

DAILY[®] PROGRAM

高校理科——化学IB（見本）

1

すべての物質は、原子・分子・イオンというきわめて微小な粒子からできています。この巻では、この粒子自身の構造や特徴と、粒子間の結びつきである化学結合のしくみなど、化学の基本について学習します。

物質の構造と状態(1)

第1章 物質の構成

§ 1	純物質と混合物	〔A01〕	4
§ 2	元素と単体・化合物	〔A02〕	14
§ 3	原子の構造と同位体	〔A03〕	27
§ 4	原子の電子配置	〔A04〕	37
§ 5	イオンの形成	〔A05〕	50
§ 6	イオン化エネルギーと電子親和力	〔A06〕	61
§ 7	元素の周期表	〔A07〕	72

第2章 化学結合

§ 1	イオン結合とイオン結晶	〔B01〕	86
§ 2	共有結合と配位結合	〔B02〕	96
§ 3	分子結晶と共有結合の結晶	〔B03〕	108
§ 4	金属結合と金属結晶	〔B04〕	123
§ 5	結晶格子	〔B05〕	130

本書の構成と使い方

高校化学I Bトレーニングペーパーは、学校の授業と並行して使う学習書として、学習項目ごとのていねいな説明と必要な練習問題を用意してあります。復習用としてだけでなく、予習用としても利用できるようなくわしい説明です。また、定期試験対策用の問題も小冊子として用意してありますから、ぜひご利用ください。

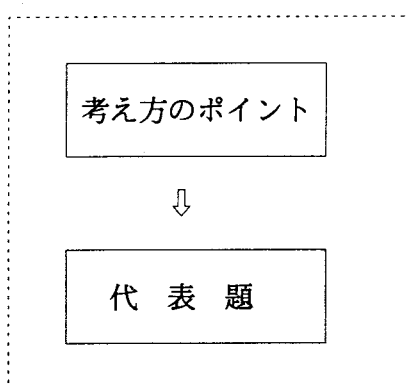
構 成

《1セクションの構成》

1日分の学習量を1セクション(§1, §2など)ごとに区切ってあります。

1セクション(10ページ前後)は、代表題部分と類題部分から構成されています。

(§タイトルの右にある番号は定期試験対策と関連します)



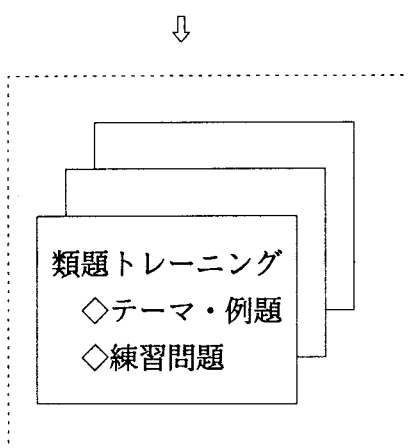
【代表題部分】

まず、そのセクションの学習内容を示し、「考え方のポイント」がまとめてあります。

そして、そのセクションを代表する問題が2～5題並べてあります。解答は巻末です。

☛代表題には類題番号およびタイトルが示してある。

例 類題 6010 純物質と混合物の違い



【類題部分】

代表題の1題ごとに「類題トレーニング」として、くわしい内容解説と練習問題を用意してあります。解答は巻末です。

☛内容解説は、テーマまたは例題の形式で説明してある。

☛代表題での類題番号と、テーマまたは例題のタイトルが示してある。

例 類題トレーニング 6010

《定期試験対策の構成》

定期試験対策用の問題が、小冊子として用意してあります。問題は章ごとに4段階に分けてあります。大学入試センター試験対策としても、十分活用できる内容です。

- ・チェック……教科書の基本的なことがらをチェックする問題。
- ・基本問題……教科書の中にあるような基本的な問題。2回分ある。
- ・標準問題……教科書の章末問題レベルまでの問題。
- ・実力問題……入試問題の中から選んだ入試での基本的な問題。

本書の構成をよくつかみ、効率のよい学習をしてください。
参考までに、使い方の例を示しておきます。

復習型の使い方

- ◇学校の授業の補習用として使用する。
このときには、【代表題部分】を中心に学習する。
- ◇まず、1セクションの【代表題部分】をやってみて、かんたんにわかるようであれば、【類題部分】は省略してもよい。
- ◇ただし、わかりづらい問題があれば、問題に示してある類題番号とタイトルの内容の「類題トレーニング」部分をよく読み、練習問題もやっておく。
 - このような使い方をすれば、学校の授業での理解の程度により学習の省力化ができる。
 - 代表題の問題番号の右側にチェック欄があるので、この欄を有効に利用するとよい。

予習型の使い方

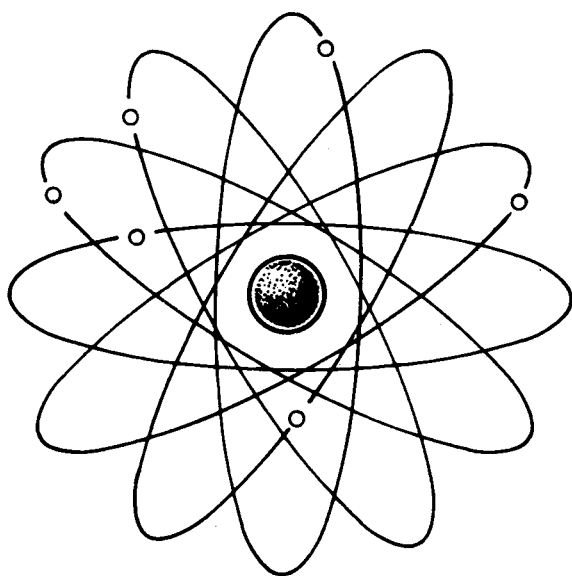
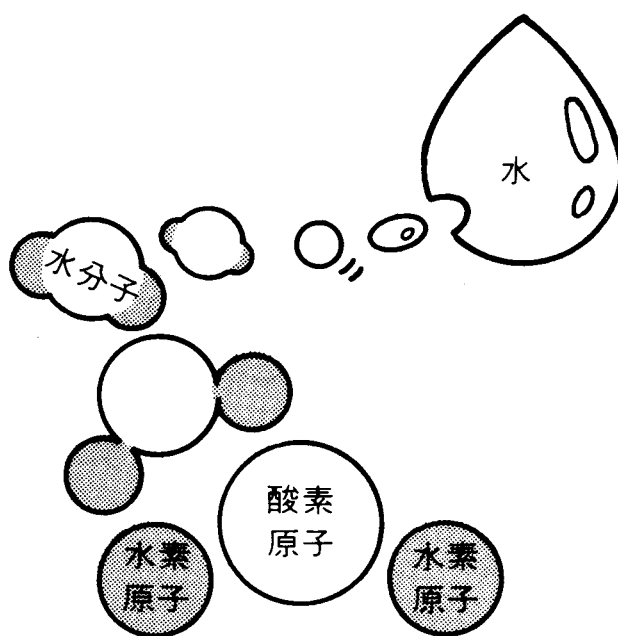
- ◇予習用または自学自習用として使用する。
このときには、【類題部分】を中心に学習する。
- ◇まず、1セクションの【類題部分】を順にやっけていき、全部やり終えたあとで、【代表題部分】で理解の程度を確かめてみる。
- ◇または、全部のセクションの【類題部分】だけを順にやっけていき、章単位で【代表題部分】を一気にやっけてもよい。

定期試験対策

- ◇定期試験前の学習に使用する。
小冊子になっているから、それだけを取り出してやればよい。
- ◇問題のレベルが4段階に分かれているので、まずは「チェック」で教科書の基本的な内容を確認したあと、「基本問題」にとり組む。
基本問題までは、完全にわかるようにしておきたい。
- ◇次に、「標準問題」をやってみる。標準問題は教科書の章末問題レベルの問題も入っているので、すこし手ごわい。
- ◇余裕があれば、「実力問題」もやってみるとよい。入試問題でのやさしい問題を中心に選んである。
 - それぞれの問題のあとに、「関連§番号」としてセクション番号または類題番号を示してあるので、どうしてもわからない問題は、関連する本文にもどるとよい。

※本書の構成と使い方をよくつかみ、自分なりの学習法で有効に活用してください。

第1章 物質の構成



- (7) 海水の成分である塩化ナトリウム []
- (8) 空気 []
- (9) 空気の成分である窒素 []
- (10) 牛乳 []
- (11) ドライアイス（二酸化炭素の固体） []
- (12) 石油 []
- (13) ダイヤモンド（炭素の結晶） []
- (14) 水と水をまぜ合わせてできた水 []
- (15) 水と砂糖をまぜ合わせてできた砂糖水 []

2 (0002) 類題 6020 混合物の分離

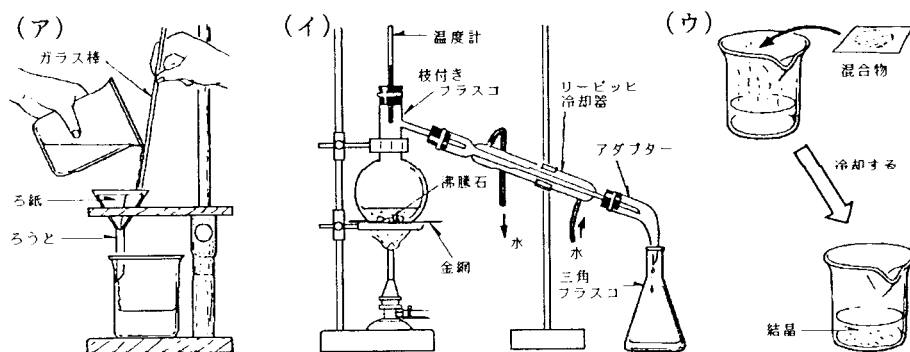
次の文は、ろ過，蒸留，再結晶のどの分離方法を表していますか。

- (1) 液体と固体，または液体どうしの混合物を，沸点の違いを利用して分離する方法 []
- (2) 温度によって各物質が液体に溶ける量が違うことを利用して，固体の混合物を分離する方法 []
- (3) 液体中に含まれる，液体に溶けていない固体を，ろ紙などを用いて分離する方法 []

3 (0003) 類題 6030 混合物の分離

次の(1)~(3)の混合物から()内に示した物質を分離してとり出したい場合，下の(ア)~(ウ)のどの装置を用いるのが適切ですか。記号で答えなさい。

- (1) 砂糖水（砂糖） []
- (2) 硫酸バリウムの沈殿を含む液（硫酸バリウム） []
- (3) 少量の硝酸カリウムを含むホウ酸（ホウ酸） []



類題トレーニング(6010)

- 学習の視点 いろいろなものがまじり合っている物質とそうでない物質の違いについて、学習する。

■■■■■ テーマ 純物質と混合物の違い ■■■■■

- 物質は、純粋な物質そのものである場合と、純粋な物質がいくつかまじってできている場合がある。

【純物質】

ただ1種類の純粋な物質からできている物質を『純物質』という。純物質は、融点、沸点、密度、熱や電気の伝導性などの性質が一定である。

【混合物】

2種類以上の純物質からできている物質を『混合物』という。混合物は、その成分の混合の割合によって、性質が変化する。また、混合物は、適当な方法によって、その成分の純物質に分離することができる。

■■■ 説 明 ■■■

- 水と海水 水が1atm*で融解する温度(融点)、沸騰する温度(沸点)、温度一定での密度、電気の伝導性は、世界のどこで測定しても同じで、右の表1のとおりである。水のように性質が一定な物質が、純物質である。

これに対し、海水は、水とは違った性質を示す。しかも、海水の場合、1atmでの融点・沸点や一定温度での密度などが、場所によって多少異なる。これは、海水が、水以外の別の物質を含み、その成分の割合が場所によって多少異なっているからである。海水は右の表2に示したように、いろいろな純物質と水との混合物である。

- *は、気圧の単位である。1気圧を1atmと表記する。

	水	海 水
融点(1atm)	0℃	0℃以下
沸点(1atm)	100℃	100℃以上
密度(4℃)	1.0g/cm ³	1.0g/cm ³ 以上
電気の伝導性	悪い	よい

表1 水と海水の性質のちがい

成 分	含有量[g]
塩化ナトリウム	27.21
塩化マグネシウム	3.81
硫酸マグネシウム	1.66
硫酸カルシウム	1.26
硫酸カリウム	0.86

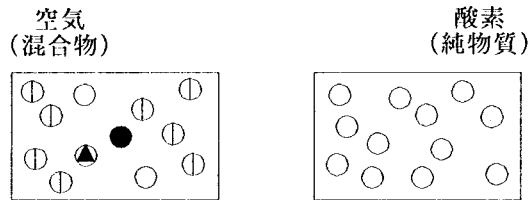
表2 海水のおもな成分と含有量(海水1kgあたり)
(海水の成分の割合は、場所によって多少異なる。)

- 空気と酸素 空気は、右の表 3 に示すように、体積の割合で、窒素約 80% と酸素約 20%、少量のアルゴンや二酸化炭素のほかに、他の物質をごくわずかに含む混合物である。空気の成分は、それぞれ純物質である。

成分物質	体積百分率[%]
窒素	78.08
酸素	20.95
アルゴン	0.93
二酸化炭素	0.03
ネオン	0.0018
ヘリウム	0.00052
クリプトン	0.00011
キセノン	0.000009

表 3 乾燥空気の組成

右の図は、混合物(空気)と純物質(酸素)とを比較したモデル図である。



- そのほかの純物質と混合物

わたしたちの身近には、さまざまな純物質や混合物がある。その例をいくつかあげてみよう。

純物質……水、砂糖、マグネシウム、アルミニウム、水素、酸素

混合物……海水、空気、石油、インキ、牛乳、ソース、日本酒、ジュース、砂糖水、花こう岩

同じ種類の純物質は、いくらまぜ合わせても純物質のままである。たとえば、水はいくらまぜ合わせても水のままだし、砂糖はいくらまぜ合わせても砂糖のままである。一方、違う種類の純物質をまぜ合わせると、混合物になる。たとえば、砂糖水は、水と砂糖をまぜて溶かした混合物である。

1 (6011) A01

次の文の〔 〕の中に、あてはまる語句を記入しなさい。ただし、同じ番号の〔 〕には、同じ語句がはいります。

水や食塩のように、一定の融点・沸点・密度などの性質をもつ物質を〔① 〕といい、海水や空気などのように、何種類かの〔①〕が集まってできたような物質のことを〔② 〕といいます。〔②〕は適当な方法によって〔①〕に分離することができます。

2 (6012) A01

私たちの身のまわりにある次の物質は純物質ですか、混合物ですか。純物質には A、混合物には B の記号を書きなさい。

- (1) マグネシウム []
- (2) ジュース []
- (3) 日本酒 []
- (4) 酸素 []
- (5) インキ []
- (6) 花こう岩 []

類題トレーニング(6020)

- 学習の視点 純物質と混合物の性質の違いを利用して、混合物を純物質に分離するいくつかの方法について学習する。

■■■■ テーマ 混合物の分離 ■■■■

- 食塩水は食塩と水に、どろ水はどろと水に分けられる。どのように分離したらよだろうか。

【蒸留】

右の図1のような装置を用いて、液体中に溶けている固体または液体を沸点の違いを利用して分離する操作を『蒸留』という。沸点の異なる液体どうしの混合物を、沸点の低いほうから順に分離する操作を『分留(精留)』ともいう。

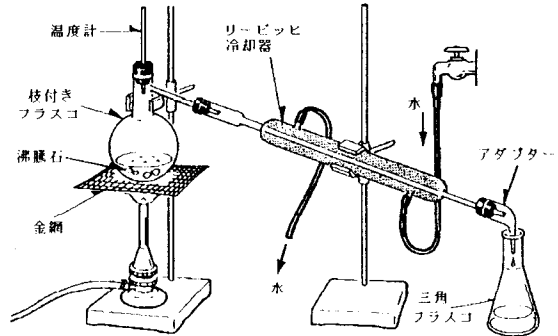


図1 蒸留

【ろ過】

右の図2のような装置を用いて、水などに溶けないまま含まれている固体を分離する操作を『ろ過』という。

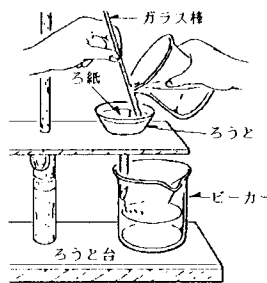


図2 ろ過

【再結晶】

右の図3のように、ある固体とほかのごく少量の固体からなる混合物を温水に溶かし、この溶液を冷却することによって多いほうの物質だけを結晶として析出させて分離を行う方法を『再結晶』という。

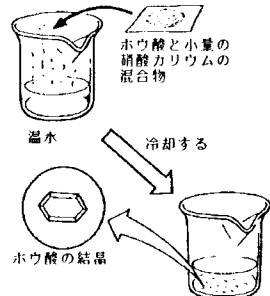


図3 再結晶

■■■ 説明 ■■■

- 蒸留 食塩水を水と食塩に分離する場合、テーマの図1のような装置を組み立て、食塩水の中に沸騰石を入れて加熱する。沸騰石は、突沸(沸点以上の温度で急にはげしく沸騰する現象)を防ぐために加える。加熱後、食塩より沸点の低い水が蒸発し始め、水蒸気となって枝付きフラスコからリービッヒ冷却器のほうへ移動する。このとき、蒸気の温度を測定する。水の場合、 100°C (1 atm のとき)で沸騰するので、水が蒸発している間は温度は 100°C に保たれる。 100°C の水蒸気はリービッヒ冷却器を通る間に冷却され、ふたたび液体となって三角フラスコにたまる。リービッヒ冷却器は、蒸気を通る管の外側を、水道水を下から上へ通し、管内の蒸気をじゅうぶん冷却できるようになっている。このようにして、蒸発した水はふたたび液体となって三角フラスコにたまり、

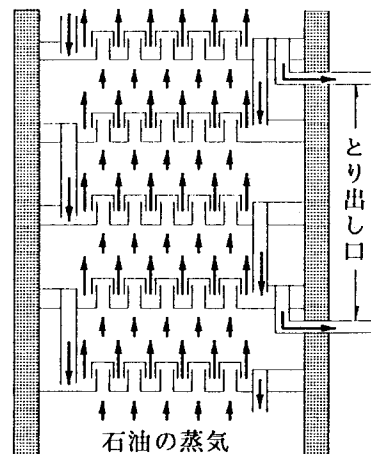


図1 石油の分留
沸点の低い順に、上から、ガソリン、灯油、軽油、重油の順に分離する。

(2) (1)で答えた混合物には、おもにどんな純物質が含まれていますか。その純物質を上の(ア)～(オ)の中から2つ選び、記号で答えなさい。

[] []

(3) (1)で答えた混合物から、(2)で答えた純物質をとり出すのに、ろ過、再結晶、蒸留のうち、どの方法を用いるのがもっとも適当ですか。

[]

2 (6032) A01

次の(1)～(3)の分離を行う場合、①ろ過、②蒸留、③再結晶のいずれの操作を行うのがもっとも適していますか。それぞれ番号で答えなさい。

(1) 少量の塩化ナトリウムを含む塩化カリウムの結晶から、塩化ナトリウムをとり除く。

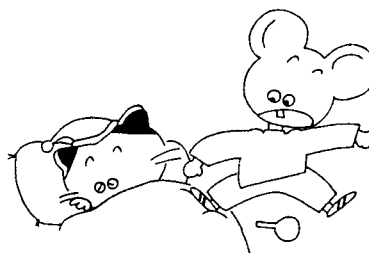
[]

(2) 水溶液中の反応で生じた塩化銀の沈殿を分離する。

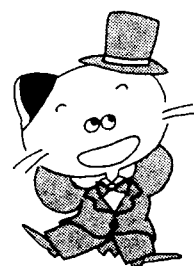
[]

(3) 砂糖水を砂糖と水に分離する。

[]



memo



- (3) たがい同素体であるものはどれですか。1組を答えなさい。 []
- (4) 3種類の元素を含む化合物はどれですか。また、その3種類の元素名を答えなさい。
[] []

3 (0006) 類題 6060 物理変化と化学変化の違い

次の変化は物理変化ですか、化学変化ですか。また、物理変化ならば物質の三態の変化か、物質の混合か分離か、化学変化ならば化合か、分解かも答えなさい。

- (1) 水に砂糖を入れて砂糖水をつくった。
[] []
- (2) 水を電気分解したら、水素と酸素が得られた。
[] []
- (3) 二酸化炭素を圧縮して冷却したら、ドライアイスが得られた。
[] []
- (4) 海水から食塩を得た。
[] []
- (5) 銅を空気中で熱したら、黒い酸化銅(II)が得られた。
[] []

4 (0007) 類題 6070 成分元素の検出

次の実験事実から、化合物中に含まれる元素を2種類推定し、その元素名をそれぞれ答えなさい。

- (1) ある化合物を加熱したら水滴を生じ、また、気体も発生した。発生した気体を石灰水に通したところ、白く濁った。
[]
- (2) ある化合物を水に溶かし、その水溶液を白金線につけて炎色反応を調べたら黄色であった。また、この化合物の水溶液に硝酸銀溶液を加えたら、白色沈殿を生じた。
[]



類題トレーニング(6040)

- 学習の視点 物質の基本的構成成分について学習する。

==== テーマ 元素と元素記号 =====

- 混合物は純物質に分けることができる。純物質は、ただ1種類の純粋な物質からできているので、融点や沸点などの性質が一定である。
- 純物質をそれ以上分けると、どうなるのだろうか。

【元素】

純物質を構成している、それ以上分けられない基本的な成分を『元素』という。すべての物質は元素によって構成されている。

【元素記号】

元素は、アルファベットを使った『元素記号(原子記号)』で表される。

=====

■■ 説 明 ■■

- 元素 古代ギリシアの時代には、万物は火・空気・水・土の4種類の元素からできているという四元素説があった。もちろんこの説はまちがっているが、このころから人間は元素というものの存在を考えていたのである。そして現在では、人工的につくられる元素を含めると、100数種類の元素が知られている。そのうちの22種類は非金属元素で、残りは全部金属元素である。そして、いろいろな元素の組み合わせによっていろいろな物質ができるが、すべての元素の組み合わせによるのではなく、その中の何種類かによってひじょうに多くの物質が構成されている。たとえば地殻の大部分は、酸素やケイ素などの約8種類の元素によって構成されている。また、生物体も炭素・水素・酸素・窒素などの少数の限られた元素によって構成されている。
- 元素記号 おもな元素の元素名と元素記号は、次の表に示すとおりである。できるだけたくさん覚えよう。

元素名	元素記号	元素名	元素記号	元素名	元素記号	元素名	元素記号	元素名	元素記号	元素名	元素記号	元素名	元素記号
水素	H	炭素	C	ナトリウム	Na	硫黄	S	クロム	Cr	亜鉛	Zn	バリウム	Ba
ヘリウム	He	窒素	N	マグネシウム	Mg	塩素	Cl	マンガン	Mn	臭素	Br	白金	Pt
リチウム	Li	酸素	O	アルミニウム	Al	アルゴン	Ar	鉄	Fe	銀	Ag	金	Au
ベリリウム	Be	フッ素	F	ケイ素	Si	カリウム	K	ニッケル	Ni	スズ	Sn	水銀	Hg
ホウ素	B	ネオン	Ne	リン	P	カルシウム	Ca	銅	Cu	ヨウ素	I	鉛	Pb

1 (6041) A02

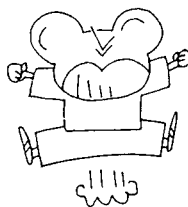
次の元素記号で示した元素の元素名を〔 〕の中に答えなさい。

- | | | | | | |
|--------|---|---|---------|---|---|
| (1) H | { | } | (2) N | { | } |
| (3) F | { | } | (4) Ne | { | } |
| (5) Mg | { | } | (6) Cl | { | } |
| (7) Ca | { | } | (8) Fe | { | } |
| (9) Zn | { | } | (10) Ba | { | } |

2 (6042) A02

次の元素名で示した元素の元素記号を〔 〕の中に答えなさい。

- | | | | | | |
|------------|---|---|-----------|---|---|
| (1) ヘリウム | { | } | (2) 炭素 | { | } |
| (3) 酸素 | { | } | (4) ナトリウム | { | } |
| (5) アルミニウム | { | } | (6) リン | { | } |
| (7) 硫黄 | { | } | (8) カリウム | { | } |
| (9) 銅 | { | } | (10) 銀 | { | } |



類題トレーニング(6050)

- 学習の視点 ここでは、純物質を構成する元素の種類の数により、2つに分けて考える。

===== テーマ 単体と化合物 =====

- すべての物質は、元素とよばれる基本的な構成成分からできている。

【単体】

ただ1種類の元素から構成されている純物質のことを、『単体』という。したがって、単体を表す化学式は、ただ1種類の元素記号でできている。

【化合物】

2種類以上の元素から構成されている純物質のことを、『化合物』という。したがって、化合物を表す化学式は、2種類以上の元素記号でできている。

【同素体】

同じ元素で構成されている単体で、性質が異なるものがあるとき、これらをたがいに『同素体』という。



■■■ 説 明 ■■■

- 単体と化合物 水は、電気分解という方法によって水素と酸素に分けられる。これは、水が水素と酸素の2種類の元素からできている化合物であることを示している。また、水の化学式は H_2O であり、水の成分元素が H と O の2種類であることを表している。これに対し、電気分解によって得られた水素や酸素からは、水素や酸素以外の元素は得られない。これは、水素や酸素という気体物質が、水素や酸素のただ1種類の元素からできている単体であることを示している。水素や酸素を表す化学式は、 H_2 、 O_2 であり、いずれも元素記号の種類はただ1種類である。おもな単体名とその化学式を次に示す。

気体状の単体	単体名	水素	酸素	窒素	塩素	フッ素	オゾン	ヘリウム	ネオン	アルゴン	液体状の単体	臭素	水銀
	化学式	H_2	O_2	N_2	Cl_2	F_2	O_3	He	Ne	Ar		Br_2	Hg
固体状の単体	単体名	黒鉛	ダイヤモンド	リン	硫黄	矽素	ヨウ素	多くの純金属 { 鉄, アルミニウム, 銀, 銅, 亜鉛 } Fe Al Ag Cu Zn					
	化学式	C	C	P, P_4	S, S_8	Si	I_2						

- 単体と化合物の見分け方 上の表から明らかなように、単体の物質名は、黒鉛、ダイヤモンド、オゾンを除くとほとんど元素名と同じである。したがって、物質名が元素名と同じときは単体、そうでないときはほとんど化合物と考えられる。また、化学式で表される場合、化学式中の元素記号がただ1種類であれば単体、2種類以上であれば化合物である。

<p style="text-align: center;"><物質名></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> { 酸素 …… 元素名と同じ ⇒ 単体 } </div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> { 水 …… 元素名ではない ⇒ 化合物 } </div> </div>	<p style="text-align: center;"><化学式></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> { O_2 …… 元素記号が1種類 ⇒ 単体 } </div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> { H_2O …… 元素記号がHとOの2種類 ⇒ 化合物 } </div> </div>
---	--

- 単体と元素名 酸素、アルミニウムなどの語は、単体名に用いられる場合と、元素名に用いられる場合の両方がある。単体名に用いられるときには“酸素”であれば気体の酸素、つまり空気中に存在するような酸素の意味で、“アルミニウム”であればアル

ミニウム金属を意味する。これに対し、元素名に用いられる場合は、おもに化合物中の成分の意味に用いられる。たとえば、“アルミニウムは建材などによく利用される”という場合の“アルミニウム”は、金属アルミニウムのことだから単体名である。これに対し、“アルミニウムはボーキサイトという鉱石に含まれている”という場合の“アルミニウム”は、金属として含まれているわけではなく、化合物を構成する1つの成分として含まれているという意味だから、元素名である。

●同素体 右の表に示すように、黒鉛とダイヤモンドは、ともに炭素だけからできている単体だが、その性質は違う。この黒鉛とダイヤモンドのような関係が同素体である。このほかに、同素体には、酸素という元素からなる酸素とオゾン、リンという元素からなる赤リンと黄リン、硫黄という元素からなるゴム状硫黄、斜方硫黄および単斜硫黄などがある。

元素	同素体	色	その他の性質
炭素 C	ダイヤモンド	無	密度 $3.2\sim 3.5\text{g/cm}^3$
	黒鉛	灰色	密度 $1.9\sim 2.3\text{g/cm}^3$
酸素 O	酸素	無	沸点 -183°C
	オゾン	淡青	沸点 -111°C
リン P	黄リン	無～黄	有毒,自然発火する
	赤リン	赤褐	無毒,自然発火しない
硫黄 S	ゴム状硫黄	濃褐	弾力性がある
	斜方硫黄	黄	常温で安定
	単斜硫黄	淡黄	針状結晶

同素体はいずれも単体だから、その化学式は、

いずれも1種類の元素からできている。たとえば、黒鉛とダイヤモンドの化学式はいずれもC、酸素とオゾンの化学式は O_2 と O_3 、赤リンと黄リンの化学式はPと P_4 、ゴム状硫黄、斜方硫黄、単斜硫黄の化学式はS、 S_8 、 S_8 である。

1 (6051) A02

次の問いに答えなさい。

- (1) 空気中にある窒素という気体は、窒素という元素のみからできています。窒素のようなただ1種類の元素からできている純物質のことを何といいますか。

[]
- (2) 空気中にわずかに含まれている二酸化炭素は、炭素と酸素という2種類の元素からできています。二酸化炭素のような2種類以上の元素からできている純物質のことを何といいますか。

[]
- (3) 黒鉛とダイヤモンドのように、同じ元素からできていて、性質の異なる単体どうしを何といいますか。

[]
- (4) 赤リンと黄リンは、いずれもリンという元素だけでできている単体ですが、その性質は違います。赤リンと黄リンは同素体ですか。それとも、同素体ではありませんか。

[]
- (5) 水(H_2O)と過酸化水素(H_2O_2)は、いずれも水素と酸素の2種類の元素からできている化合物ですが、その性質は違います。水と過酸化水素は同素体ですか。それとも、同素体ではありませんか。

[]
- (6) 一酸化炭素(CO)と二酸化炭素(CO_2)は同素体ですか。それとも、同素体ではありませんか。

[]

(7) 酸素 (O_2) とオゾン (O_3) は、同素体ですか。それとも、同素体ではありませんか。
[]

2 (6052) A02

次の純物質を構成する成分元素の元素名をすべてあげなさい。ただし、()内は、その物質の化学式です。

- | | |
|------------------------|-----|
| (1) 銅 (Cu) | [] |
| (2) オゾン (O_3) | [] |
| (3) メタン (CH_4) | [] |
| (4) 黒鉛 (C) | [] |
| (5) アンモニア (NH_3) | [] |
| (6) 塩化ナトリウム ($NaCl$) | [] |
| (7) 水素 (H_2) | [] |
| (8) 硫酸 (H_2SO_4) | [] |

3 (6053) A02

次の物質は、単体ですか、化合物ですか。ただし、()内はその物質の化学式です。

- | | | | |
|---------------------|-----|-----------------------|-----|
| (1) 一酸化炭素 (CO) | [] | (2) 鉄 (Fe) | [] |
| (3) フッ素 (F_2) | [] | (4) ダイヤモンド (C) | [] |
| (5) 硫化水素 (H_2S) | [] | (6) プロパン (C_3H_8) | [] |
| (7) アルミニウム | [] | (8) 水 | [] |
| (9) 酸素 | [] | (10) 亜鉛 | [] |

4 (6054) A02

次の文の下線部分の酸素は、元素名を意味していますか。それとも、単体名を意味していますか。

- (1) 水素と酸素が反応すると水ができます。
[]
- (2) 水や二酸化炭素中には酸素が含まれています。
[]
- (3) 地殻は岩石でできていますが、その中には酸素が約 47% 含まれています。
[]
- (4) 空気中に含まれている酸素は、わたしたちの呼吸に欠くことのできないものです。
[]

ヒント O_2 または O_3 という形で考えなければならないものは単体である。形は関係なく、単に酸素 (O) という意味ならば元素としての酸素を意味している。

類題トレーニング(6060)

- 学習の視点 物質が変化するとき、2通りの変わり方があるので、その違いをはっきりさせる。

■■■■■ テーマ 物理変化と化学変化の違い ■■■■■

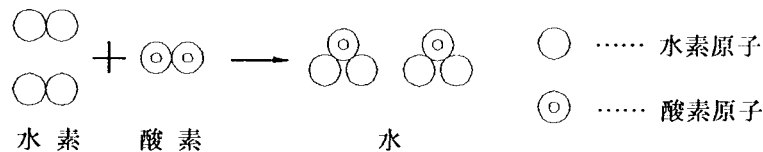
- 水は温度によって、氷、水、水蒸気の3つの状態をとることができる。
- 砂糖を水に溶かすと、それぞれの性質は変化するだろうか。
- 水素と酸素をまぜて点火すると、水ができる。水素と酸素の性質と水の性質は同じだろうか。

【物理変化】

物質そのものは変化しないで、その物質を構成する分子の配列状態だけが変わる変化を、『物理変化』という。氷の融解や水の蒸発などの物質の『三態の変化』や物質の『混合・分離』などは、物理変化の1例である。

【化学変化】

はじめにあった物質と性質の違う別の物質ができるような変化を、『化学変化』という。水素と酸素とから水ができるような変化は化学変化の1例であるが、物質を構成している原子の組み合わせが変わって新しい物質ができる。

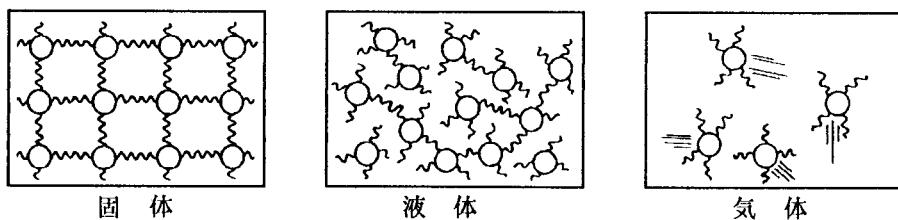


化学変化には、2種以上の物質が結びついて別の1種の物質ができる変化である『化合』や、1種の物質が別の2種以上の物質に分かれる『分解』などがある。

■■ 説明 ■■

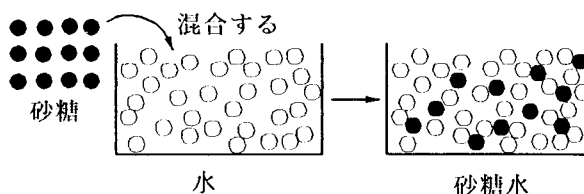
- 物質の三態 固体に熱を加えていくと融けて液体になり、さらに熱を加えると、液体は蒸発して気体になる。このように物質は、固体・液体・気体の3つの状態をとることができる。これを『物質の三態』といい、この変化を三態の変化という。

物質の三態における分子の配列状態は、次の図のようにになっている。固体は、分子が分子間の引力によって規則正しく配列した状態で、分子は決まった位置でしか運動できない。液体は、分子の間の規則正しい配列がくずれた状態で、分子はある程度自由に動き回ることができる。気体は、分子ひとつひとつが引力を及ぼし合わないでばらばらになっている状態で、分子は自由に運動できる。



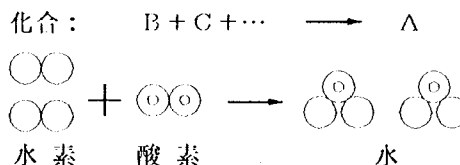
このように物質の三態の変化では、分子の配列状態が変わるだけで、物質そのものは変化しないので、物理変化である。

●物質の混合・分離　いま、砂糖を水に溶かす場合を考えてみよう。砂糖は水に溶けると分子にまで分かれてしまうので見えなくなってしまう。しかし、砂糖水をなめてみると甘い味がするから、砂糖は水に溶けても性質は変わっ

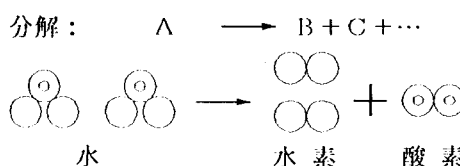


ていないことがわかる。つまり、右の図からもわかのように、それぞれの物質が変化しないまままざり合う変化が混合である。こうして混合してできた砂糖水から水を蒸発させると、もとの砂糖が残る(分離)。このことから、物質の混合・分離の変化では、物質そのものは変化していないことがわかる。したがって、とうぜん、混合前と混合後のそれぞれの物質の質量は変わらない。

●化合と分解　水素と酸素をまぜて点火すると水ができる。このときできた水には、水素のようにそれ自身が燃える性質はない。このように、水素と酸素という2種の物質から、水という性質の違う1種の物質ができるような化学変化を、化合という。



また、水を電気分解すると、水素と酸素に分かれる。このように1種の物質が別の2種以上の物質に分かれる化学変化を分解という。



化合や分解などの化学変化が起こると、物質を構成している原子の組み合わせが変わる。

1 (6061) A02

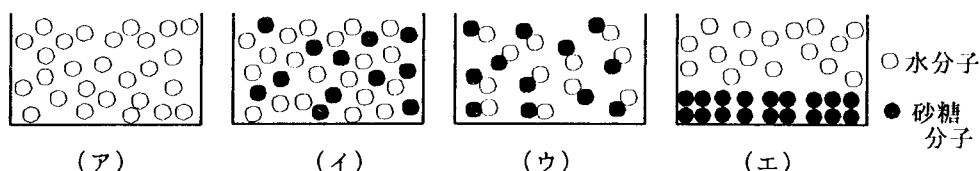
次の(1)~(4)は物質の状態の変化の特徴が述べられています。(ア)、(イ)のうち正しいほうに○をつけなさい。

- (1) { (ア) 氷は熱すると水になるが、氷と水とは別の物質である。
 (イ) 氷は熱すると水になるが、氷と水とは同じ物質である。
- (2) { (ア) 水は熱すると水蒸気になるが、水と水蒸気は同じ物質である。
 (イ) 水は熱すると水蒸気になるが、水と水蒸気は別の物質である。
- (3) { (ア) 物質の三態の変化では分子の配列状態が変わるので、物質も変わる。
 (イ) 物質の三態の変化では分子の配列状態が変わるだけで、物質は変わらない。

2 (6062) A02

砂糖 10 g を水 90 g に溶かしました。これについて、次の問いに答えなさい。

- (1) 砂糖は水に溶けて見えなくなりました。この溶液は砂糖の味がしますか、しませんか。
 []
- (2) 砂糖が水に溶けているようすをモデルで表すと、次のどの図になりますか。記号で答えなさい。
 []



- (3) 砂糖 10 g が水 90 g に溶けてできた溶液の質量は、砂糖と水の質量の合計 100 g と比べて

どうなっていますか。次の(ア)~(ウ)の中から正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

[]

- (ア) 砂糖は水の中でなくなってしまったので質量は90gになった。
(イ) 砂糖は水の中に溶けているだけなので質量は100gになった。
(ウ) 砂糖は水と反応したので質量は90gにも100gにもならなかった。
- (4) この変化は物理変化ですか、化学変化ですか。

[]

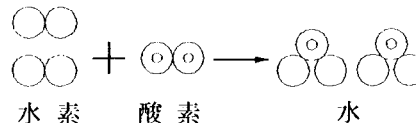
3 (6063) A02

水素と酸素を混合して点火すると、水ができます。

これについて、次の問いに答えなさい。

- (1) 水には水素の性質がありますか。

[]



- (2) 変化前と変化後とで、酸素原子はそれぞれ何という原子と結びついていますか。

変化前[] 変化後[]

- (3) 変化前と変化後とで、物質の性質は同じですか、違いますか。

[]

- (4) このような変化を何変化といいますか。

[]

4 (6064) A02

次にあげた化学変化は化合ですか、分解ですか。それぞれ[]に答えなさい。

- (1) 鉄と硫黄を混合して熱したら、硫化鉄(II)になった。

[]

- (2) 窒素と水素とを混合して圧力と温度を高くしたら、アンモニアになった。

[]

- (3) 酸化銀を強く熱したら、銀と酸素が得られた。

[]

- (4) マグネシウムを空気中で燃やしたら、白い酸化マグネシウムになった。

[]

- (5) 1種の物質から性質の違う別の2種の物質ができた。

[]

- (6) 2種以上の物質から性質の違う別の1種の物質ができた。

[]



類題トレーニング(6070)

- 学習の視点 単体や化合物に含まれる元素の種類を調べるいくつかの方法について、学習する。

テーマ 成分元素の検出

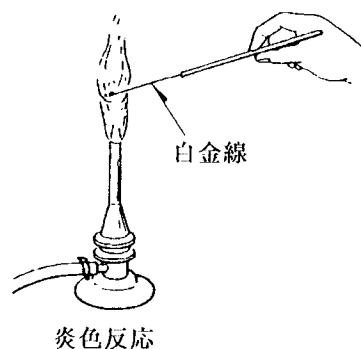
- NaClは化合物で、ナトリウムと塩素という元素から構成されている。プロパン(C₃H₈)も化合物で、炭素と水素という元素から構成されている。
- 成分である元素の種類がわからない試料があるとき、どんな方法でその元素の種類を知ることができるだろうか。

【検出】

各元素には、それぞれ固有の性質があり、その性質を調べることによって、単体や化合物に含まれる成分元素の種類を知ることができる。これを『検出』という。

【炎色反応による金属元素の検出】

単体または化合物中のある金属元素が、炎の中で特有の色を示す反応を『炎色反応』という。これを利用して、成分元素を検出することができる。右の図のように、白金線の先に少量の試料をつけて、炎の色を見る。



【酸化による炭素や水素の検出】

ある化合物が成分元素として炭素や水素を含むかどうかを調べる場合、化合物を酸化して二酸化炭素や水が生じるかどうかを観察する。

【試薬による元素の検出】

水溶液中の元素を検出する場合には、その元素が特定の試薬によって、着色したり、沈殿したりすることを利用して検出する。

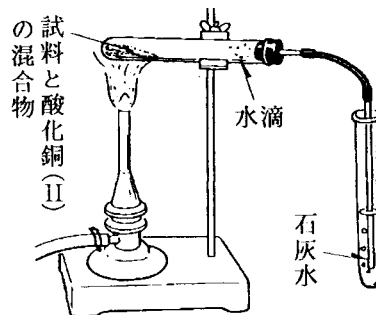
■■ 説明 ■■

- 炎色反応 炎色反応によって検出することができる元素は、次の表に示すような金属元素である。

元素名	リチウム	ナトリウム	カリウム	カルシウム	バリウム	銅
元素記号	Li	Na	K	Ca	Ba	Cu
炎色	赤	黄	赤紫	どう 燈赤	緑	青緑

これらの金属元素が含まれる単体または化合物を塩酸などに溶かし、その水溶液を白金線につけて色のない炎の中に入れて、上の表にあるような特有の色を示すので、これらの金属元素を検出することができる。

- 酸化による炭素や水素の検出 右の図のように、試料と酸化銅(Ⅱ)を熱する。もし、試験管内の石灰水が白濁すれば、二酸化炭素が生じたことがわかる。その結果、試料中に炭素(C)が含まれていたことがわかる。



①炭素が、 $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ のように酸化され、二酸化炭素が発生する。

また、水滴が生じれば、試料が水素(H)を含んでいたことがわかる。

②水素が、 $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ のように酸化され、水が生じる。

- 試薬による元素の検出 元素の検出に使われる試薬にはいろいろなものがある。その中で代表的ないくつかのものについて、説明する。

① 硫黄(S)または、鉛(Pb)の検出

水溶液中に溶けている硫黄と鉛は、反応して黒色沈殿を生じる。

②たとえば、ある元素が含まれる試料の水溶液に酢酸鉛の水溶液(鉛を含む水溶液)を加えて、もし黒色沈殿ができれば、試料には硫黄が含まれていたことがわかる。

また、この黒色沈殿は硫化鉛(Ⅱ)(PbS)である。

② 塩素(Cl)または、銀(Ag)の検出

水溶液中に溶けている塩素と銀は、反応して白色沈殿を生じる。

③たとえば、ある元素が含まれる試料の水溶液に硝酸銀の水溶液(銀を含む水溶液)を加えて、もし白色沈殿ができれば、試料には塩素が含まれていたことがわかる。

また、この白色沈殿は塩化銀(AgCl)である。

③ タンパク質に含まれる窒素(N)の検出

タンパク質に水酸化ナトリウム水溶液などを加えて熱し、発生するアンモニアを赤色リトマス紙やネスラー試薬で調べることによって検出する。アンモニアは、水に溶かしてネスラー試薬を加えると赤褐色沈殿を生じる。アンモニア(NH₃)が発生すれば、その化合物は成分元素として窒素(N)を含むことがわかる。

1 (6071) A02

ある金属元素を含む化合物を塩酸に溶かし、これをある金属線につけて炎の中に入れたら、炎が黄色になりました。これについて、次の問いに答えなさい。

- (1) このような反応を何といいますか。
[]
- (2) このとき、金属線としてはどんなものを用いますか。
[]
- (3) 化合物の中には、どんな金属元素が含まれていますか。
[]

2 (6072) A02

次の問いに答えなさい。

- (1) ある化合物を加熱したときに発生する二酸化炭素を検出するには、どんな試薬を用いますか。
[]
- (2) (1)の試薬で二酸化炭素を検出する場合、どのような変化が観察されますか。
[]
- (3) ある化合物を加熱したときに発生するアンモニアを検出するには、どんな試薬を用いますか。
[]
- (4) (3)の試薬でアンモニアを検出する場合、どのような変化が観察されますか。
[]

§ 3 原子の構造と同位体

A03

これまでは、いろいろな物質の種類やその物質を構成している元素の種類などを中心に学習してきましたが、きょうは、物質を構成している粒子、つまり原子について、その構造を中心にくわしく学習していきましょう。

◇考え方のポイント◇

◆原子とその大きさ

原子は、物質を構成するもっとも基本的な粒子で、その直径は 10^{-8} cm 程度である。

◆原子の構成

原子は、『陽子』と『中性子』からなる『原子核』と、その外側を回る『電子』とからできている。

◆原子の質量

陽子と中性子とは、ほぼ等しい質量をもつ。

電子の質量は、陽子の約 $\frac{1}{1840}$ であり、原子全

体の質量に対し無視できる程度の質量である。

$$\boxed{\text{原子の質量}} \approx \boxed{\text{原子核の質量}}$$

◆電荷

陽子は正、電子は負の電荷をもち、その絶対値は等しい。中性の原子では、陽子数と電子数とは等しい。

◆原子番号

原子核中の陽子の数を『原子番号』という。

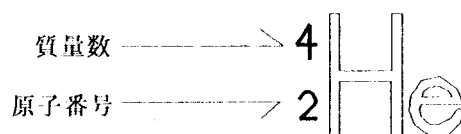
$$\boxed{\text{原子番号}} = \boxed{\text{原子核中の陽子の数}}$$

◆質量数

原子核中の陽子と中性子の数の和を『質量数』という。

$$\boxed{\text{質量数}} = \boxed{\text{陽子数} + \text{中性子数}}$$

◆元素記号と原子番号・質量数



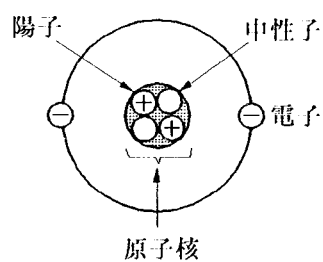
◆同位体

原子番号(原子核中の陽子の数)が同じであっても、中性子の数が異なるため、質量数を異にする原子がある。それらの原子をたがいに『同位体』であるという。

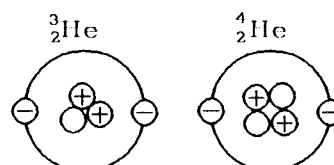
天然に存在する同位体の割合は、各元素について、ほぼ一定している。

◆同位体の化学的性質

同位体の化学的性質は、同一と考えてよい。(物理的性質には、違いがある。)



ヘリウム原子の構成



ヘリウムの同位体の構造

1 (0008) 類題 6080 原子核と電子

原子の構造について、次の問いに答えなさい。

- (1) 原子の中心にある、正電荷をもった部分を何といいますか。
[]
- (2) 原子核の中に含まれている、正電荷をもった粒子を何といいますか。
[]
- (3) 原子核の中に含まれている、電荷をもたない粒子を何といいますか。
[]
- (4) 原子核の周りを回っている、負電荷をもった粒子を何といいますか。
[]
- (5) (4)の粒子と数が等しく、絶対値の等しい正電荷をもつ粒子は何ですか。
[]
- (6) 原子の質量は、原子核の質量とほぼ等しいといわれていますがなぜですか。その理由を簡単に説明しなさい。
[]

2 (0009) 類題 6090 原子番号と質量数

窒素, ${}_{12}^{24}\text{Mg}$, リン, ${}_{92}^{238}\text{U}$ について、次の表を完成しなさい。

元素記号	元素名	陽子数	中性子数	電子数	原子番号	質量数
	窒素			7		14
${}_{12}^{24}\text{Mg}$						
	リン		16		15	
${}_{92}^{238}\text{U}$						

3 (0010) 類題 6100 質量数と同位体

同位体について述べた次の文の中から、正しいものを選び、記号で答えなさい。

- (ア) 同位体の関係にある原子は、質量数が等しく、原子番号が異なる。
- (イ) 同位体の関係にある原子は、原子番号が等しく、質量数が異なる。
- (ウ) 同位体の関係にある原子は、原子番号が等しく、核外電子の数が異なる。
- (エ) 質量数が原子番号の2倍の値にならない原子は、すべて人工的につくり出されたもので、天然には存在しない。
- (オ) 何種類かの同位体は天然に存在するが、その存在の割合はつねに変動する。
- (カ) 何種類かの同位体は天然に存在し、その存在の割合はほぼ一定している。
- (キ) 同位体の関係にある原子は、化学的性質、物理的性質がともに等しく、まったく同一の物質と考えてよい。
- (ク) 同位体の関係にある原子は、化学的性質は等しいが、物理的性質が異なる。
- (ケ) 同位体の関係にある原子は、物理的性質は等しいが、化学的性質が異なる。
- (コ) 同位体の関係にある原子は、融点・沸点が異なる。
- (サ) 同位体の関係にある原子は、融点・沸点が等しい。

[]

類題トレーニング(6080)

- 学習の視点 原子をさらに分割すると、どのような粒子で構成されるかをくわしく学習する。

テーマ 原子核と電子

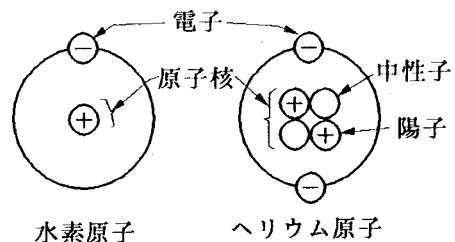
- 各元素には、それぞれの元素に固有の基本的な粒子が存在し、この粒子を原子ということは、中学校でも学習した。
- 原子は、直径約 10^{-8} cm, 質量約 $10^{-27} \sim 10^{-25}$ kg くらいのとても小さな粒子である。
- ドルトンの原子説では分割できないと考えられていた原子も、19世紀末から20世紀初頭にかけて、さらにそれよりも小さな粒子からなることが明らかにされた。

【原子とその大きさ】

原子は、物質を構成するもっとも基本的な粒子で、その直径は 10^{-8} cm 程度である。

【原子の構成】

原子は、『原子核』とその周りを回る『電子』から構成されている。さらに、原子核は、『陽子』と『中性子』から構成されている。



【陽子と電子の電荷】

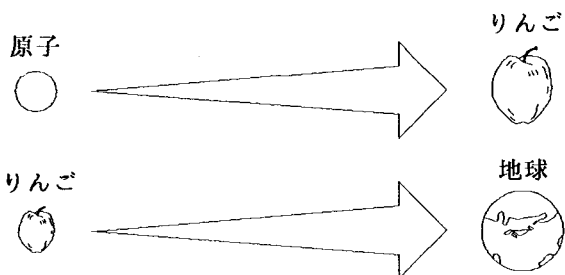
陽子は正の電荷をもち、電子はそれと同じ大きさの負の電荷をもつ。また、1つの原子に含まれる陽子の数と電子の数は通常同じであるため、原子全体は電氣的に中性である。

【原子の質量】

電子の質量は、原子核の質量に比べて無視できるほど小さいので、原子の質量は、原子核の質量にほぼ等しい。

説明

- 原子の大きさ 原子は、直径が 10^{-8} cm 程度の、きわめて小さい粒子である。原子を1億個並べても、やっと数 cm の長さになるにすぎない。仮に、原子をりんごの大きさに拡大したとして、同じ倍率でりんごを拡大すると、ちょうど地球ぐらいの大きさになる。そのくらい原子は小さいのである。



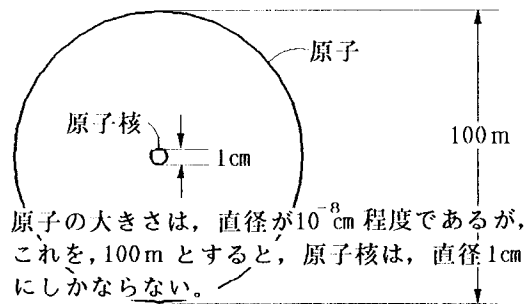
● 10^{-8} cm は 1 Å (オングストローム) ともいう。

●原子の構成 陽子1個の質量を1, 電荷を+1とすると, 原子を構成する粒子の質量, 電荷の関係は, 右の表のようになる。

粒子名	電荷	質量
原子核	陽子	1
	中性子	1
電子	-1	$\frac{1}{1840}$

●原子の質量 原子核は原子の中心にあり, その大きさは, 原子全体の1万分の1ほどである。

原子核中に存在する陽子と中性子の質量は, 電子の質量を1とすると, 陽子が1836, 中性子が1839となる。原子の質量を考える際に, 電子の質量は, 原子核の質量に対して無視できるほど小さな値である。したがって, 高等学校で化学量を扱うときには, 無視してもさしつかえない。



1 (6081) A03

原子核と電子について, 次の問いに答えなさい。

- (1) 原子の直径は, 何 cm ぐらいですか。 []
- (2) 原子を大きく分けると, 2つに分けられます。中心にあるものは何ですか。 []
- (3) 原子を大きく分けると, 2つに分けられます。外側にあるものは何ですか。 []
- (4) 原子核は, 何と何とからできていますか。 [] []
- (5) 原子核は, 正・負いずれの電荷をもっていますか。 []
- (6) 原子核の中に含まれている陽子は, どのような電荷をもった粒子ですか。 []
- (7) 原子核の中に含まれている中性子は, どのような電荷をもった粒子ですか。 []
- (8) 原子核の周りを回っている電子は, どのような電荷をもった粒子ですか。 []
- (9) 電氣的に中性の原子では, 電子の数と等しいのは, どの粒子の数ですか。 []
- (10) 原子の質量は, 電子の質量を無視して考えてもさしつかえないですか。 []

2 (6082) A03

原子核の直径を1 cm とすると, 原子の直径は, 約100 m に相当します。原子の直径は, 原子核の直径の何倍ですか。

[]

3 (6083) A03

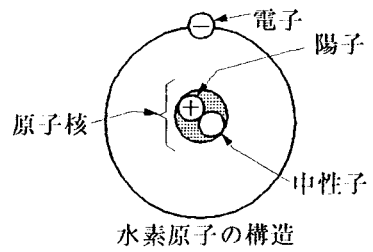
炭素原子は, 原子核中に陽子6個をもっています。原子核の周りを回っている電子は何個ですか。

[]

4 (6084) A03

右の図は、原子核中に、陽子1個と中性子1個とをもつ水素原子の構造を示したものです。この図を参考に、水素原子が電気的に中性である理由を、粒子の数と電荷から説明しなさい。

()



類題トレーニング(6090)

- **学習の視点** 原子の質量は、ほぼ原子核の質量に等しく、電気的には、陽子と電子の電荷が打ち消し合って、中性となっていることについて確認してきた。ここでは、さらに原子番号と質量数という用語とその表し方を学習する。

■■■■■ **テーマ** 原子番号と質量数 ■■■■■

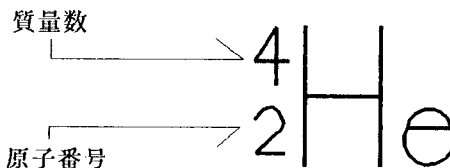
- 水素の原子核がもつ陽子の数は1、ヘリウムの原子核がもつ陽子の数は2である。このように、元素の種類によって原子核中の陽子の数が決まっているので、その数によって元素を区別することができる。
- 原子の質量は、原子核を構成する陽子と中性子の質量の和で表される。ところが、陽子と中性子はほぼ等しい質量をもつので、陽子の数と中性子の数の和を、原子の質量のめやすとすることができる。

【原子番号】

原子核中の陽子の数を『原子番号』といい、元素記号の左下に書いて表す。

【質量数】

原子核中の陽子の数と中性子の数の和を『質量数』といい、元素記号の左上に書いて表す。



■■■ **説明** ■■■

- **各原子の原子番号と覚え方** すべての原子の原子番号を覚える必要はないが、次の表に示した原子の原子番号(1~20)は必ず覚えておくこと。覚え方の1例も示す。

元素名	水素	ヘリウム	リチウム	ベリリウム	ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
元素記号	₁ H	₂ He	₃ Li	₄ Be	₅ B	₆ C	₇ N	₈ O	₉ F	₁₀ Ne
元素名	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン	カリウム	カルシウム
元素記号	₁₁ Na	₁₂ Mg	₁₃ Al	₁₄ Si	₁₅ P	₁₆ S	₁₇ Cl	₁₈ Ar	₁₉ K	₂₀ Ca

H He Li Be B C N O F Ne
 水 兵 離 別 ぼ く の ふ ね
(スイ) (ヘ) (リ) (ベツ)
 (覚え方)
 Na Mg Al Si P S Cl Ar K Ca
 な～間がある シップはすぐくる あ～かか
(マ)

- **原子番号と電子の数** 原子は、全体として電気的に中性であるために、電子の数と陽子の数は等しくなければならない。だから、原子番号は電子の数とも一致する。
- **いろいろな元素の原子番号と質量数** いくつかの元素について、陽子数と中性子数から質量数と原子番号を求め、元素記号に添えて表してみよう。

元素名	水素	ネオン	アルミニウム	塩素	カルシウム
陽子数	1	10	13	17	20
中性子数	0	10	14	18	20
原子番号	1	10	13	17	20
質量数	1	20	27	35	40
元素記号	${}^1_1\text{H}$	${}^{20}_{10}\text{Ne}$	${}^{27}_{13}\text{Al}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{40}_{20}\text{Ca}$

1 (6091) A03

原子番号と質量数について、次の問いに答えなさい。

- (1) 原子番号は、原子核中のどのような粒子の数で表されますか。粒子名を答えなさい。
[]
- (2) 質量数は、原子核中の、どのような粒子の数の和で表されますか。粒子名を答えなさい。
[]
- (3) ${}^4_2\text{He}$ の左下の数字は、何を表していますか。
[]
- (4) ${}^4_2\text{He}$ の左上の数字は、何を表していますか。
[]

2 (6092) A03

原子番号と質量数について、次の問いに答えなさい。

- (1) ナトリウム原子は、原子核中に陽子を 11 個もっています。原子番号はいくつですか。
[]
- (2) ネオン原子は、電子を 10 個もっています。原子番号はいくつですか。
[]
- (3) 原子核中に、陽子 17 個、中性子 18 個をもつ塩素原子の質量数はいくらですか。
[]
- (4) 原子番号 26 番で質量数 56 の鉄の原子は、原子核中に何個の中性子をもっていますか。
[]
- (5) 陽子数 19 個、中性子数 20 個を原子核中にもっているカリウム K について、原子番号と質量数を原子記号に添えて表しなさい。
[]

3 (6093) A03

${}^{40}_{20}\text{Ca}$ について、次の問いに答えなさい。

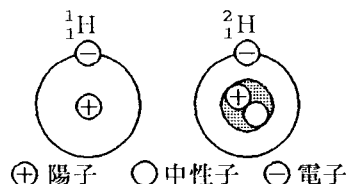
- (1) 陽子数はいくらですか。 []
- (2) 電子数はいくらですか。 []
- (3) 原子番号はいくらですか。 []
- (4) 質量数はいくらですか。 []
- (5) 中性子数はいくらですか。 []
- (6) この原子の名称を答えなさい。 []

類題トレーニング(6100)

- 学習の視点 天然の元素には、同じ元素であっても原子の質量を異にするものが含まれていることがある。同位体とよばれるこれらの元素と、それを構成する原子の質量数の関係を明らかにする。

■■■■■ テーマ 質量数と同位体 ■■■■■

- 天然に存在する水素は、 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ が一定の割合でまじり合っている。 $({}^1_1\text{H} \cdots 99.985\%$ 、 ${}^2_1\text{H} \cdots 0.015\%)$
- 水素原子の質量数の違いは、原子核中の中性子の数の違いによるものである。



【同位体】

同一元素であっても、原子核中の中性子の数が異なるため、質量数の異なる原子がある。それらの原子は、たがいに『同位体(アイソトープ)』であるという。多くの元素について、同位体の存在比は、ほぼ一定している。

■■■ 説 明 ■■■

- 同位体 原子核は、陽子と中性子によって構成されている。原子核中の陽子の数が同じ、すなわち原子番号の同じ原子は、同一元素である。
同一元素であっても、中性子の数が異なる原子は、質量数を異にする。それらの原子をたがいに同位体であるという。
たとえば、水素の同位体には、質量数が1~3の ${}^1_1\text{H}$ (軽水素)、 ${}^2_1\text{H}$ (重水素)、 ${}^3_1\text{H}$ (三重水素)が知られている(${}^3_1\text{H}$ は極微量にしか天然に存在しない)。また、一般に、 ${}^2_1\text{H}$ を多く含む水を重水という。
- 天然に存在する同位体 次の表は、天然に存在する元素の同位体の存在比を示したものである。ベリリウムなどのように同位体の存在しない元素もあるが、ほとんどの元素には同位体が存在し、その割合も測定されている。

おもな元素の同位体の存在比

原子番号	元素名	元素記号	陽子数	中性子数	質量数	存在比[%]
5	ホウ素	B	5	5	10	19.6
				6	11	80.4
6	炭素	C	6	6	12	98.892
				7	13	1.108
7	窒素	N	7	7	14	99.635
				8	15	0.365
8	酸素	O	8	8	16	99.759
				9	17	0.037
				10	18	0.204
17	塩素	Cl	17	18	35	75.53
				20	37	24.47
92	ウラン	U	92	142	234	0.006
				143	235	0.720
				146	238	99.274

●同位体の化学的性質 同位体どうしは、原子の質量数が異なるが、原子の化学的性質はまったく同一と考えてよい。つまり、物質が化学的に変化する場合、同位体の原子は同じようにふるまう。これは、同位体では原子核の周りの電子配置が同じためである。しかし、右の表のように、融点や沸点などの物理的性質には違いがある。

水素の同位体の融点・沸点の比較

	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$
融点[°C]	-259.14	-254.6
沸点[°C]	-252.8	-249.7

1 (6101) A03

同位体について、次の問いに答えなさい。

- (1) 原子核中の粒子で、同じ元素の原子であれば必ず数が等しくなる粒子は何ですか。
[]
- (2) 原子核中の粒子で、同じ元素の原子であっても数が異なることのある粒子は何ですか。
[]
- (3) 同じ元素の原子において、核外電子の数は異なることがありますか。
[]
- (4) 同じ元素の原子において、質量数は異なることがありますか。
[]
- (5) 同じ元素の原子において、原子番号は異なることがありますか。
[]
- (6) 同じ元素でありながら、質量数を異にする原子が存在します。これらの原子をたがいに何であるといいますか。
[]
- (7) 同位体の物理的性質と化学的性質を比較した場合、ほとんど変わらないのはどちらですか。
[]

2 (6102) A03

原子は、陽子と中性子とからなる原子核と、その周りを回っている電子とからなっています。同じ元素の同位体では、どの粒子の数が異なりますか。

[]

3 (6103) A03

ヘリウムの同位体として、 ${}^3_2\text{He}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ の存在が知られています。原子番号、陽子数、中性子数、電子数を、右の表に書き入れなさい。

	${}^3_2\text{He}$	${}^4_2\text{He}$
原子番号		
陽子数		
中性子数		
電子数		

4 (6104) A03

${}^{12}_6\text{C}$ は、原子番号6、質量数12の原子とたがいに同位体の関係にあります。この原子の名称と質量数を示しなさい。

名称 [] 質量数 []

5 (6105) A03

${}^{12}_6\text{C}$ と ${}^{13}_6\text{C}$ は、炭素の同位体です。原子番号、質量数、陽子数、中性子数および電子数を比較し、共通点と相違点をそれぞれ書きなさい。

共通点 []

相違点 []

memo



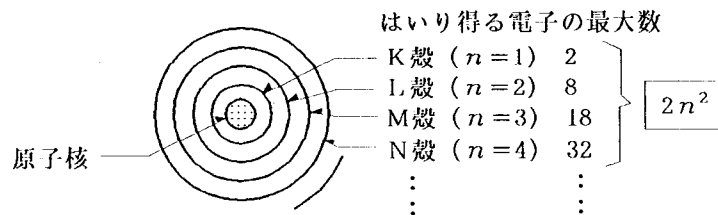
§ 4 原子の電子配置

A04

§ 4 は、原子の構造のうち、原子核の外側を回っている、電子の配置とその周期性に焦点を当てて学習を進めていきます。また、§ 7 では、元素の性質の周期性と元素の周期表に関する学習を行います。元素のもつ化学的な性質は、電子配置と密接な関係があるため、この2セクションの学習内容は相互に関係し合う部分も多くなると思います。

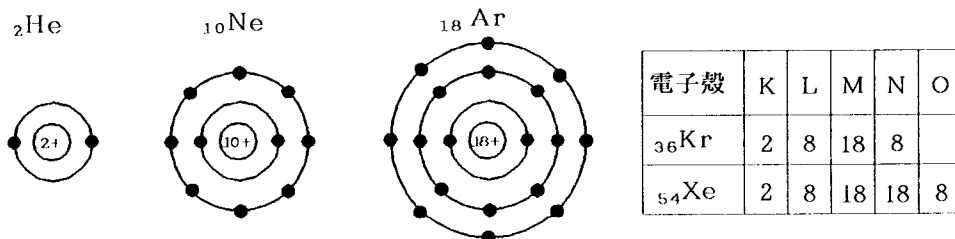
◇考え方のポイント◇

◆電子配置

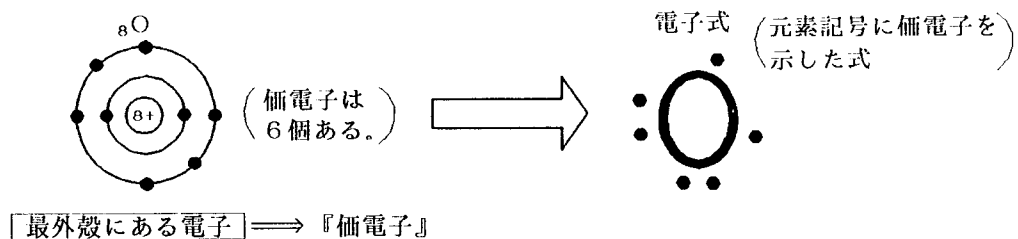


電子は、エネルギーの低い K 殻から高い外側の殻へしだいにはいっていく。

◆安定な希ガスの電子配置



◆価電子と電子式



◆希ガスの価電子

He, Ne, Ar などの希ガスの最外殻の電子は、安定な状態となっており、価電子はゼロと考える。

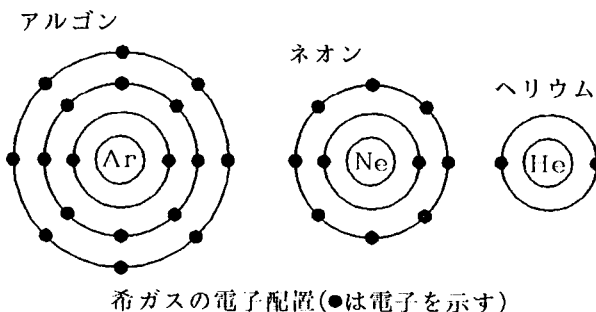
類題トレーニング(6110)

●学習の視点 原子番号が増加するにつれ、原子核をとりまく電子の数も増加するが、電子の配列には、規則性がある。ここでは、その規則性を知るとともに、化学的に安定な希ガスの電子配置について学ぶ。

希ガスの電子配置は、あとで学ぶ化学結合を考える際の基本となるので十分に理解をする必要がある。

■■■■■ テーマ ■■■■■ 電子配置 ■■■■■

- 原子核の周りを回る電子は、いくつかの層に分かれ、規則的に配置している。
- アルゴンの原子の電子配置は、右の模型図のように、3層に分かれている。ネオンでは、アルゴンの電子配置の内側の2層の電子配置をもち、ヘリウムでは、さらにその内側の1層しかない。
- いちばん内側の層に着目すると、そこにはいつている電子の数は、アルゴン・ネオン・ヘリウムでは共通して2個である。



【電子殻】

原子核の周りの電子は、いくつかの層に分かれて規則的に存在する。この層のことを『電子殻』といい、内側から順に、『K殻』、『L殻』、『M殻』、『N殻』……とよんでいる。

【電子殻に対する電子のはいり方】

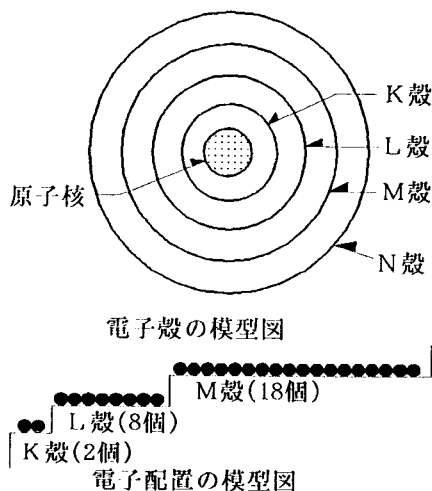
電子は内側の電子殻から順にはいり、電子の数が増えるにつれて、外側の電子殻が満たされていく。

【各電子殻にはいり得る電子数】

各電子殻にはいり得る電子の最大数は決まっており、K殻、L殻、M殻、N殻……の順に2, 8, 18, 32…個である。

【化学的に安定な電子配置】

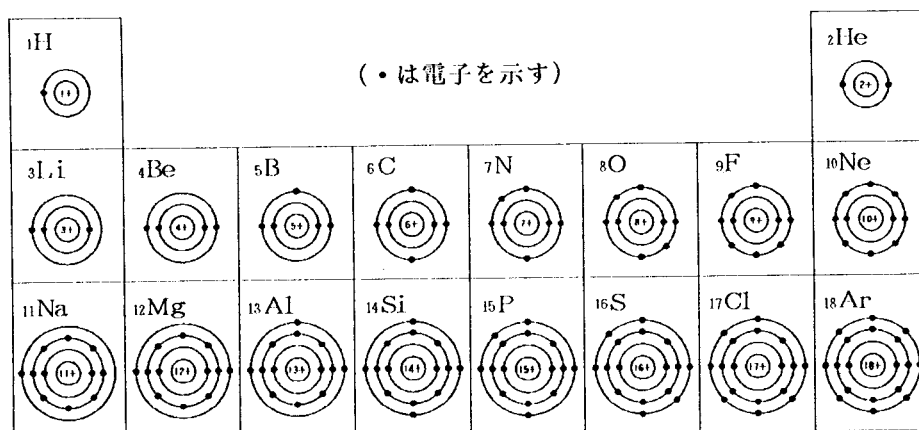
『希ガス』(He, Ne, Ar……)の電子配置は、化学的に安定である。



■■■ 説明 ■■■

- 電子殻 電子殻は原子核とことばが似ているので、殻と核の字を混同しないように注意しよう。核は中心にあるかたまりだが、殻は外側を囲むからのようなものである。電子の軌道は立体的であり、それに必ずしも球になるわけではないが、ここでは、理解しやすいように円として示してある。
- 電子殻のエネルギー 電子殻は内側ほどエネルギーが低く、K, L, M, N……の順にしたがってエネルギーが段階的に高くなる。
- 各電子殻にはいり得る電子の数 いちばん内側の殻を $n=1$ とし、順に $n=2, 3, 4$ ……とすると、各殻にはいることのできる最大電子数は、『 $2n^2$ 個』である。

- 原子の電子配置 各元素の原子には、原子番号に等しい数の電子がある。電子は、エネルギーの低い内側の電子殻から満たされていく。したがって、原子番号1の水素から、18のアルゴンまでは、K, L, Mの順に電子が満たされていく。そのようすを次の図に示す。



K殻は、2個の電子しかはいることができない。そのため、 ${}^3\text{Li}$ では、L殻に電子が1個はいる。同じように、 ${}^{10}\text{Ne}$ でL殻は8個の電子がはいるため、 ${}^{11}\text{Na}$ では、次のM殻に電子が1個はいる。

しかし、右の表に示すように、 ${}^{19}\text{K}$ では、M殻に18個の電子がはいるにもかかわらず、19番目の電子は、M殻にはいらず、N殻にはいってしまう。これは、電子がN殻にはいるほうが、エネルギー的に安定であることによる。

${}^{19}\text{K}$ の電子配置

電子殻	K	L	M	N
電子数	2	8	8	1

次の ${}^{20}\text{Ca}$ もN殻に電子がはいるが、N殻は2個の電子でやや安定となるため、 ${}^{21}\text{Sc}$ からはM殻に電子がはいる、 ${}^{29}\text{Cu}$ でM殻は電子18個となり、満たされる。原子番号19以後の電子配置を次に示す。

原子番号	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	……	
元素記号	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	……	
電子殻と電子数	K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	L	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	M	8	8	9	10	11	13	13	14	15	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
	N	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	8	
	O																			1	

- 最外電子殻(最外殻) 『最外電子殻』とは、原子中の電子がはいつている電子殻の中で、原子核からもっともはなれた電子殻のことで、原子番号が1, 2の水素、ヘリウムはK殻になるが、原子番号が3から10までの原子についてはL殻、原子番号が11から18までの原子についてはM殻ということになる。したがって、たとえば、酸素原子 ${}^8\text{O}$ の最外電子殻といえばL殻になるし、アルゴン原子 ${}^{18}\text{Ar}$ の場合には最外電子殻はM殻になる。

●希ガスの電子配置 右の表に、『希ガス』とよばれる元素群の各原子の電子配置を示す。 ${}^2\text{He}$ のK殻や ${}^{10}\text{Ne}$ のL殻のように、最大数の電子がはいった電子殻を『閉殻』という。閉殻の電子配置やそのほかの希ガス、 ${}^{18}\text{Ar} \sim {}^{86}\text{Rn}$ のように、最外電子殻の電子の数が8個の電子配置は安定である。

希ガスはほかの元素と違って、原子どうしが結合せず、化合物をつくらないという共通の性質がある。これは、希ガスの電子配置が安定しているためである。

原 子	電子殻の電子の数					
	K	L	M	N	O	P
${}^2\text{He}$ (ヘリウム)	2					
${}^{10}\text{Ne}$ (ネオン)	2	8				
${}^{18}\text{Ar}$ (アルゴン)	2	8	8			
${}^{36}\text{Kr}$ (クリプトン)	2	8	18	8		
${}^{54}\text{Xe}$ (キセノン)	2	8	18	18	8	
${}^{86}\text{Rn}$ (ラドン)	2	8	18	32	18	8

希ガス元素の電子配置

1 (6111) A04

電子殻と電子配置に関する次の問いに答えなさい。

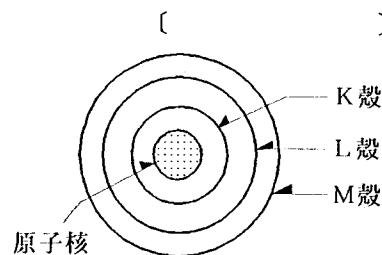
- (1) 原子核の周りを回っている電子は、いくつかの層に分かれて配置しています。この層を何といいますか。

- (2) 右の図は電子殻を示したものです。各電子殻には、最大何個の電子がはいることができますか。

K 殻 []

L 殻 []

M 殻 []



- (3) 電子の数が多くなる原子になるに従って、K 殻、L 殻、M 殻は、どのような順番で電子が満たされていきますか。

[] → →]

- (4) 最大数の電子で満たされている電子殻を何といいますか。

[]

2 (6112) A04

次の問いに答えなさい。

- (1) 原子番号が5の原子は、K 殻、L 殻にそれぞれ何個ずつ電子がはいっていますか。

K 殻 [] L 殻 []

- (2) 原子番号が13の原子は、K 殻、L 殻、M 殻にそれぞれ何個ずつ電子がはいっていますか。

K 殻 [] L 殻 [] M 殻 []

- (3) 原子番号が17の原子は、K 殻、L 殻、M 殻にそれぞれ何個ずつ電子がはいっていますか。

K 殻 [] L 殻 [] M 殻 []

- (4) K 殻に2個、L 殻に5個の電子がはいっている原子の原子番号はいくつですか。

[]

- (5) K 殻に2個、L 殻に8個、M 殻に5個の電子がはいっている原子の原子番号はいくつですか。




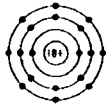
[]

類題トレーニング(6120)

- 例題の視点 元素の化学的な性質は、電子配置と密接な関係がある。とくに、もっとも外側の電子殻にはいつている電子の数は、化学的性質と深い関係がある。ここでは、電子配置を示し、最外殻の電子数が、原子番号の増加に伴い、どのように変化するかを調べる。

■■■■■ 基本例題 ■■■■■ 原子番号と電子配置の周期性 ■■■■■

次の表は、原子番号の順に元素の電子配置を示した表です。空欄をうめ、表を完成しなさい。その際、電子は・印で示しなさい。

${}^1\text{H}$ 							${}^2\text{He}$ 
${}^3\text{Li}$	${}^4\text{Be}$	${}^5\text{B}$	${}^6\text{C}$	${}^7\text{N}$	${}^8\text{O}$	${}^9\text{F}$	${}^{10}\text{Ne}$ 
${}^{11}\text{Na}$	${}^{12}\text{Mg}$	${}^{13}\text{Al}$	${}^{14}\text{Si}$	${}^{15}\text{P}$	${}^{16}\text{S}$	${}^{17}\text{Cl}$	${}^{18}\text{Ar}$ 



















- 原子番号の増加に伴い、電子がどのような順序で電子殻にはいつてくるだろうか。また、各電子殻には、最高何個まで電子がはいり得るかということの基本を考える。

■■■ 考え方 ■■■

電子は、エネルギーの低い内側の軌道 (K 殻) から順に L 殻, M 殻へとはいって行く。K, L, M の各電子殻には、2, 8, 18 個の電子がはいり得る。このことから、原子番号の順に、1 つずつ電子数を増加させながら電子配置を示せばよいことになる。その際、原子核の陽子数も 1 つずつ増加することを忘れないようにしよう。

■■■ 解答 ■■■



次の図のようになる。

${}^1\text{H}$ 							${}^2\text{He}$ 
${}^3\text{Li}$ 	${}^4\text{Be}$ 	${}^5\text{B}$ 	${}^6\text{C}$ 	${}^7\text{N}$ 	${}^8\text{O}$ 	${}^9\text{F}$ 	${}^{10}\text{Ne}$ 
${}^{11}\text{Na}$ 	${}^{12}\text{Mg}$ 	${}^{13}\text{Al}$ 	${}^{14}\text{Si}$ 	${}^{15}\text{P}$ 	${}^{16}\text{S}$ 	${}^{17}\text{Cl}$ 	${}^{18}\text{Ar}$ 

K, L, M の各電子殻には, 2, 8, 18 個の電子がはいり得る。

1 (6121) A04



















次の表は, 原子番号の順に原子の電子配置を示そうとしたものです。次の問いに従って, 空欄を補充しなさい。その際, 電子は・印で示しなさい。

${}^1\text{H}$ 							${}^2\text{He}$ 
${}^3\text{Li}$	${}^4\text{Be}$	${}^5\text{B}$	${}^6\text{C}$	${}^7\text{N}$	${}^8\text{O}$	${}^9\text{F}$	${}^{10}\text{Ne}$
${}^{11}\text{Na}$	${}^{12}\text{Mg}$	${}^{13}\text{Al}$	${}^{14}\text{Si}$	${}^{15}\text{P}$	${}^{16}\text{S}$	${}^{17}\text{Cl}$	${}^{18}\text{Ar}$

- (1) 表の空欄に, 原子核と正電荷を, すでに記入してある欄に習って記入しなさい。
- (2) K 殻に電子をもつ原子について, K 殻の電子を記入しなさい。
- (3) L 殻に電子をもつ原子について, L 殻の電子を記入しなさい。
- (4) M 殻に電子をもつ原子について, M 殻の電子を記入しなさい。

2 (6122) A04

次の表は, 原子番号順に並べられた原子の電子配置です。この表の中で, 次の問いにあてはまる元素名をすべて答えなさい。ただし, 表中の・印は, 電子を表しています。

${}^1\text{H}$ 							${}^2\text{He}$ 
${}^3\text{Li}$ 	${}^4\text{Be}$ 	${}^5\text{B}$ 	${}^6\text{C}$ 	${}^7\text{N}$ 	${}^8\text{O}$ 	${}^9\text{F}$ 	${}^{10}\text{Ne}$ 
${}^{11}\text{Na}$ 	${}^{12}\text{Mg}$ 	${}^{13}\text{Al}$ 	${}^{14}\text{Si}$ 	${}^{15}\text{P}$ 	${}^{16}\text{S}$ 	${}^{17}\text{Cl}$ 	${}^{18}\text{Ar}$ 

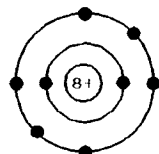
- (1) K 殻に電子をもつが, K 殻が完全に電子で満たされていない。
[]
- (2) L 殻に電子をもつが, L 殻が完全に電子で満たされていない。
[]
- (3) 電子をもつもっとも外側の電子殻が閉殻になっているか, もしくは 8 個の電子で満たされている。
[]
- (4) ヘリウムを除いて, 表の縦の列に並んだ原子の電子配置の共通点を簡単に述べなさい。
[]

類題トレーニング(6130)

● **学習の視点** これまでの学習は、単に、電子の配置のみを扱ってきた。しかし、電子配置は、元素の化学的性質と密接な関係がある。とくに、最外殻にはいつている電子の数は、元素の化学的性質とのかかわりが強い。ここでは、元素の性質を考える基礎として、価電子の数の変化の周期性、価電子と電子式などについて学習する。

■■■■■ **テーマ** 価電子と電子配置 ■■■■■

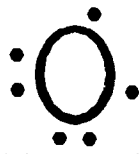
- リチウム原子 Li とナトリウム原子 Na、あるいはフッ素原子 F と塩素原子 Cl はたがいによく似た性質を示すが、もっとも外側の電子殻にある電子数が、1 個あるいは 7 個で等しくなっている。
- もっとも外側の電子殻にある電子の数は、原子番号の増加とともに周期的に変化する。
- 原子の化学的性質は、もっとも外側の電子殻にある電子の数と密接なかかわりがあるので、右の図の酸素原子の例のように、その外側の電子だけを元素記号の周りに表示すると便利な場合がある。



酸素原子の電子配置

【価電子】

希ガス元素以外の原子の、もっとも外側の電子殻（最外電子殻）にはいつている電子を、『価電子』という。



酸素原子の電子式

【価電子の数】

価電子の数は、原子番号の増加に伴って周期的に変化する。

【電子式】

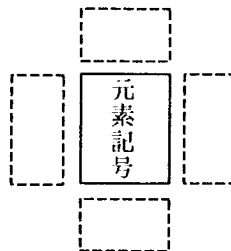
最外殻にはいつている電子を、元素記号の周りに点で記入したものを『電子式』という。

■■■ **説明** ■■■

- **価電子** 価電子ということばの意味はあとで学習する。価電子の数が等しい原子どうし、つまり、いわば原子の表面の状態が似た原子どうしは、同じような化学的性質を示す。
- **電子式のかき方** 電子式は、元素記号にその原子の最外殻にはいつている電子を記入した式である。原子番号 3 から 10 までの原子を電子式を用いて表してみると、次のようになる。

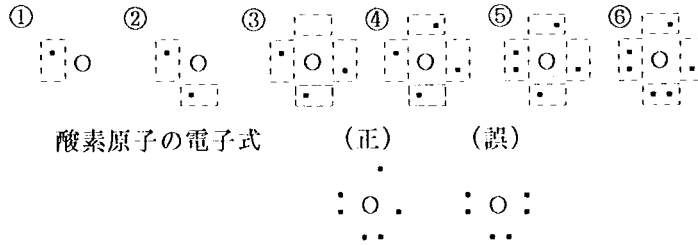
最外殻電子数	1	2	3	4	5	6	7	8
電子式	•Li	•Be	•B•	•C•	:N•	:O•	:F•	:Ne:

- **電子式のかき方** 次の注意点を守ってかく。
 1. 価電子は、元素記号の周りの所定の位置にかく。
(右の図の [] のわく内)
 2. かき始めは、どの [] 内でもかまわないが、1 つの [] 内には、まず 1 個ずつかいていく。
 3. 4 つの [] 内に 1 個ずつはいつてから、あいつている所に入れていく。([] 内には、2 個の電子がはいつることができる。)



4. 水素とヘリウムについては、□わくが1個しかないと考える。

●酸素原子の電子式のかき方(①→⑥へと進む)



●希ガスと価電子 希ガスは化学的に安定であり、化学反応を起こしにくい物質である。希ガスの最外殻電子数は2または8であるが、ほかの原子とは異なり、安定であるため、この電子を価電子とはよばない。したがって、He, Ne, Ar, Kr, Xeなどの原子には、価電子はない、または、価電子数はゼロであるといういい方をする。

1 (6131) A04

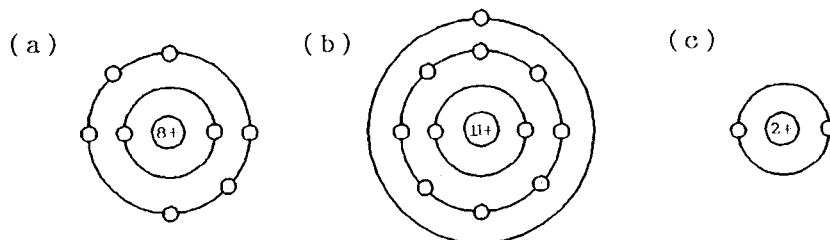
次に示す(1)~(6)の各原子の最外電子殻と、価電子の数を答えなさい。

- (1) K殻に2個、L殻に3個の電子を配置している原子 [] []
- (2) K殻に2個、L殻に8個、M殻に6個の電子を配置している原子 [] []
- (3) K殻に2個、L殻に8個の電子を配置している原子 [] []
- (4) 原子番号が7である原子 [] []
- (5) 原子番号が15である原子 [] []
- (6) 原子番号が18である原子 [] []

2 (6132) A04

価電子と電子配置について、次の問いに答えなさい。

- (1) ナトリウム原子の最外殻は、K, L, M殻のいずれですか。 []
- (2) 原子番号が6の原子の最外殻は、K, L, M殻のいずれですか。 []
- (3) 原子番号が17の原子の最外殻は、K, L, M殻のいずれですか。 []
- (4) 原子番号が16の原子の最外殻にある電子数はいくらかですか。 []
- (5) 次の図は、ある元素の原子の電子配置を示したものです。価電子を黒くぬりつぶしなさい。



(6) 次の表の元素について、価電子の数を記入しなさい。

元 素	${}_1\text{H}$	${}_4\text{Be}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{10}\text{Ne}$	${}_{17}\text{Cl}$
価電子の数	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)

(7) 次の表の元素について、電子式を記入しなさい。

元 素	ベリリウム	ホウ素	炭 素	窒 素	フッ素
電 子 式	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)

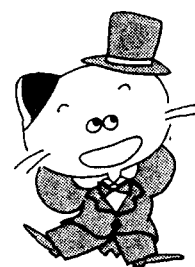
3 (6133) A04

原子番号が3から10の原子と11から18の原子について、原子番号の増加に伴う価電子の数の変化を比較し、簡単に説明しなさい。

()



memo



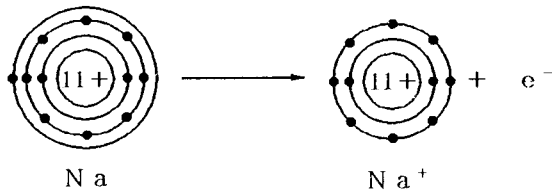
§5 イオンの形成

A05

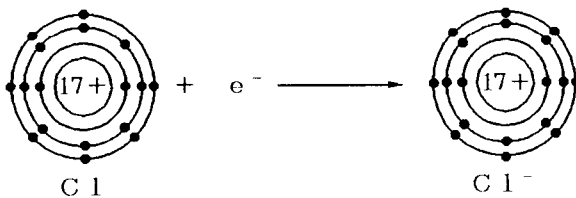
§5, §6では、電氣的に中性の粒子ではなく、電荷を帯びた粒子、すなわちイオンについて学習します。このセクションでは、その前半として、イオンが形成されるしくみ、イオンの価数およびイオンの名称や表し方について学習します。

◇考え方のポイント◇

◆原子のイオン化



電子を失い陽イオンが形成される。



電子を得て陰イオンが形成される。

◆イオンの名称

単原子イオン { 陽イオン……元素名 + イオンとする。
 例 Na^+ (ナトリウムイオン), Al^{3+} (アルミニウムイオン)
 陰イオン……元素名の語尾を変化させ「~化物イオン」とする。

例 Cl^- (塩化物イオン), O^{2-} (酸化物イオン)

多原子イオン……単原子イオンほど規則的ではなく、例外もある。

例 NH_4^+ (アンモニウムイオン), H_3O^+ (オキソニウムイオン),
 CO_3^{2-} (炭酸イオン), OH^- (水酸化物イオン), NO_3^- (硝酸イオン),
 SO_4^{2-} (硫酸イオン), CH_3COO^- (酢酸イオン), PO_4^{3-} (リン酸イオン),
 ClO_3^- (塩素酸イオン), MnO_4^- (過マンガン酸イオン)

1 (0014) □ 類題 6140 原子のイオン化

次の原子がイオンになるときの変化を、例にならって示しなさい。また、そのイオンと等しい電子配置をもつ元素の名称も答えなさい。

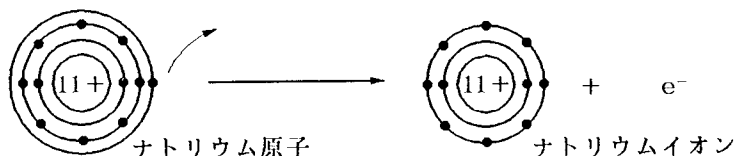


類題トレーニング(6140)

- 学習の視点 これまでの学習では、希ガス型の電子配置が安定であることについてとり扱った。ここでは、希ガス以外の元素が、電子を放出したりとり込んだりして、安定な電子配置をとることにより、粒子が正または負の電荷を帯び、イオンという粒子が形成されることを中心に学習する。

■■■■■ テーマ 原子のイオン化 ■■■■■

- ナトリウム原子は、電子を1個失って、+1の電荷をもったイオン(陽イオン)になる。



- 塩素原子は、電子を1個とり込んで、-1の電荷をもったイオン(陰イオン)になる。



【陽性元素と陽イオン】

一般に、価電子の数が少ない原子は、価電子を放出して、希ガスと同じ形の電子配置をもった『陽イオン』になりやすい。このような元素を『陽性元素』という。

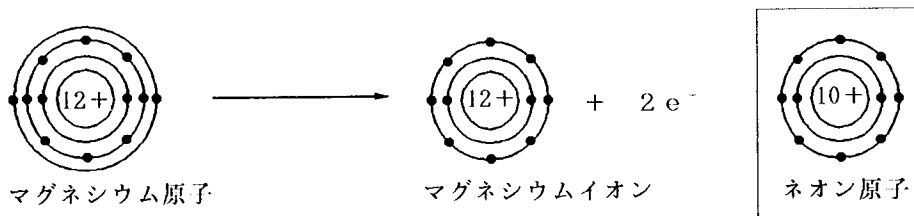
【陰性元素と陰イオン】

一般に、価電子の数が8に近い原子は、ほかから電子をとり込み、希ガスと同じ形の電子配置をもった『陰イオン』になりやすい。このような元素を『陰性元素』という。

■■■ 説明 ■■■

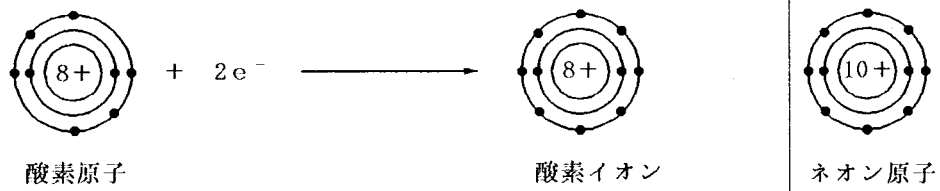
- 陽性元素と陽イオン Na, Mg, K, Caなどの金属元素はすべて陽性元素である。例として、Mgが陽イオンになるときの変化を示してみよう。

Mg原子は、2個の価電子を失って、+2の電荷をもつ陽イオンになる。電子配置はNe原子と等しくなるが、原子核中に陽子が12個あって、全体として+2の電荷をもつ点がNe原子と異なる。



- 陰性元素と陰イオン 希ガスを除く非金属元素には、陰性元素が多く、酸素やフッ素、塩素は、その代表的なものである。例として、O原子が陰イオンになるときの変化を示してみよう。

O原子は、6個の価電子をもち、そこへ2個の電子をとり込んでNe原子と同じ電子配置をとる。全体としては-2の電荷をもつ陰イオンになる。

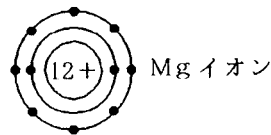
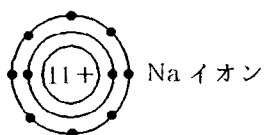


② 金属元素と非金属元素については、§7でくわしく学習する。

1 (6141) A05

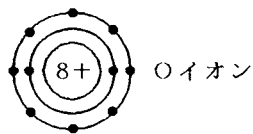
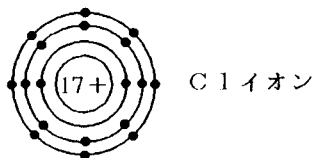
イオンの形成について、次の問いに答えなさい。

- (1) 原子からイオンが形成される場合、原子に出入りする粒子は何ですか。
[]
- (2) 原子が電子を放出してできるイオンは、何イオンとよばれますか。
[]
- (3) 原子が電子をとり込んでできるイオンは、何イオンとよばれますか。
[]
- (4) 価電子を放出して陽イオンになりやすい元素を何といますか。
[]
- (5) ほかから電子を得て陰イオンになりやすい元素を何といますか。
[]
- (6) 次に示した Na イオンと Mg イオンの電子配置は、何という原子と同じ電子配置をとっていますか。また、それぞれ、何個の電子を失ってできたイオンですか。



Na イオン []
Mg イオン []

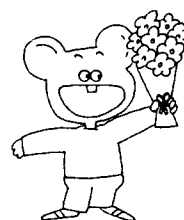
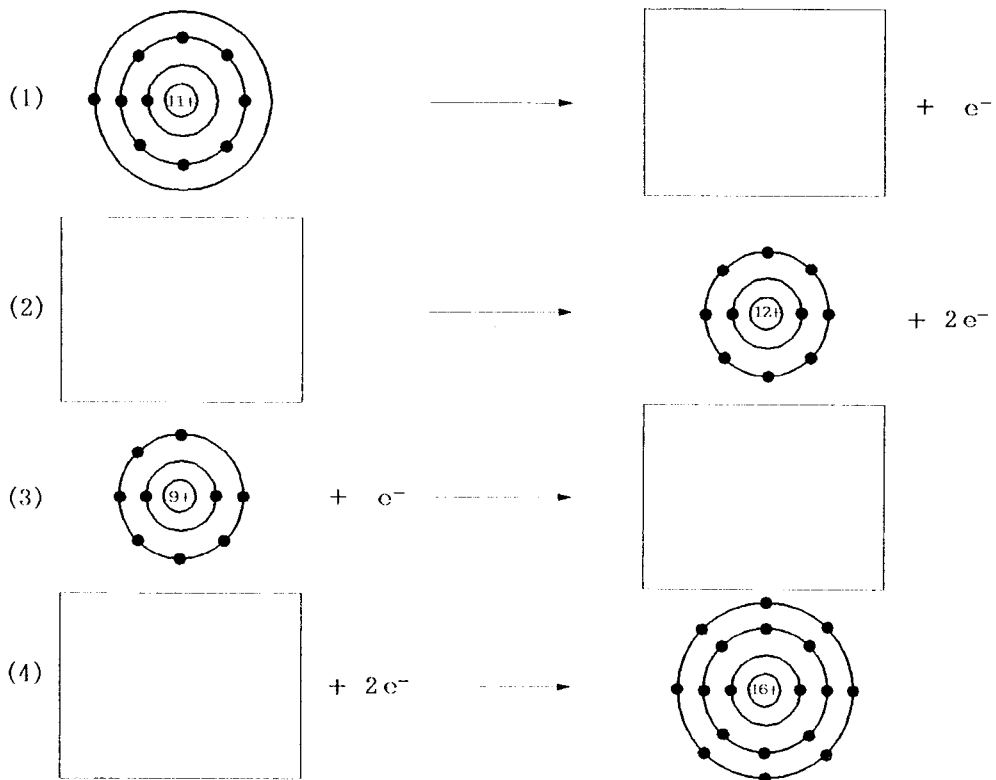
- (7) 次に示した Cl イオンと O イオンの電子配置は、何という原子と同じ電子配置をとっていますか。また、それぞれ、何個のイオンをとり込んでできたイオンですか。



Cl イオン []
O イオン []

2 (6142) A05

次の の中に、あてはまる原子，またはイオンの模式図をかきなさい。



■■説明■■

- 単原子イオン Na^+ , Cl^- , O^{2-} , Mg^{2+} のように、1つの原子がイオンになっているものを、『単原子イオン』という。

1 (6151) A05

イオンの表し方と名称について、次の問いに答えなさい。

- (1) 価電子を2個もつ陽性元素がイオンになるときは、何価の何イオンとなりますか。
 [] 価の [] イオン
- (2) 価電子を7個もつ原子がイオンになるときは、何価の何イオンとなりますか。
 [] 価の [] イオン
- (3) Na^+ , Cl^- のように、元素記号にイオンの価数を示した式のことを何といいますか。
 []
- (4) Na^+ , Al^{3+} のような陽イオンは、どのような名称でよばれますか。
 Na^+ [] Al^{3+} []
- (5) Cl^- , O^{2-} のような陰イオンは、どのような名称でよばれますか。
 Cl^- [] O^{2-} []

2 (6152) A05

次の原子がイオンになると、何価の何イオンになりますか。

- (1) ${}_3\text{Li}$ [] 価の [] イオン
- (2) ${}_8\text{O}$ [] 価の [] イオン
- (3) ${}_{20}\text{Ca}$ [] 価の [] イオン
- (4) ${}_{13}\text{Al}$ [] 価の [] イオン
- (5) ${}_{17}\text{Cl}$ [] 価の [] イオン

3 (6153) A05

次の元素がイオンになる変化を、電子式で表しなさい。

- (1) ${}_3\text{Li}$ [] (2) ${}_8\text{O}$ []
- (3) ${}_{20}\text{Ca}$ [] (4) ${}_{13}\text{Al}$ []
- (5) ${}_{17}\text{Cl}$ []

4 (6154) A05

次の元素がイオンになる変化を、イオン反応式で表しなさい。

- (1) ${}_3\text{Li}$ [] (2) ${}_8\text{O}$ []
- (3) ${}_{20}\text{Ca}$ [] (4) ${}_{13}\text{Al}$ []
- (5) ${}_{17}\text{Cl}$ []

5 (6155) A05

次のイオンの名称を書きなさい。

- (1) Li^+ (2) Be^{2+} (3) O^{2-} (4) F^- (5) Na^+ (6) Mg^{2+} (7) Al^{3+}
- (8) S^{2-} (9) Cl^- (10) H^+
- (1) [] (2) []
- (3) [] (4) []
- (5) [] (6) []
- (7) [] (8) []
- (9) [] (10) []

memo



§6 イオン化エネルギーと電子親和力

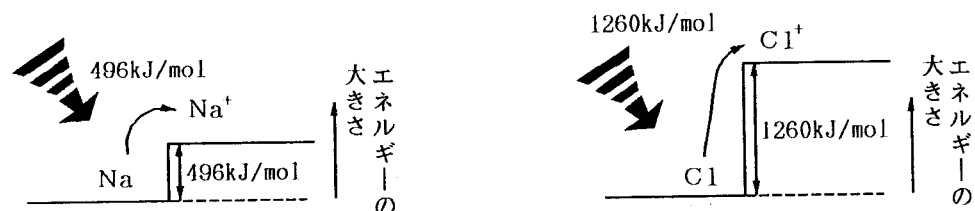
A06

イオンの形成やイオンの名称について学習を進めてきました。その中で、陽イオン・陰イオンという2種類のイオンが出てきましたが、どのような原子が陽イオンや陰イオンになりやすいのでしょうか。また、陽性元素や陰性元素という用語が出てきましたが、陽性や陰性の度合いをはかる尺度はないのでしょうか。

ここでは、このような点について少しでも解決できたらということで、次の2つの用語に関する学習を進めます。それは、イオン化エネルギーと電子親和力です。少し内容的に難しいかもしれませんが、がんばって学習を進めてください。

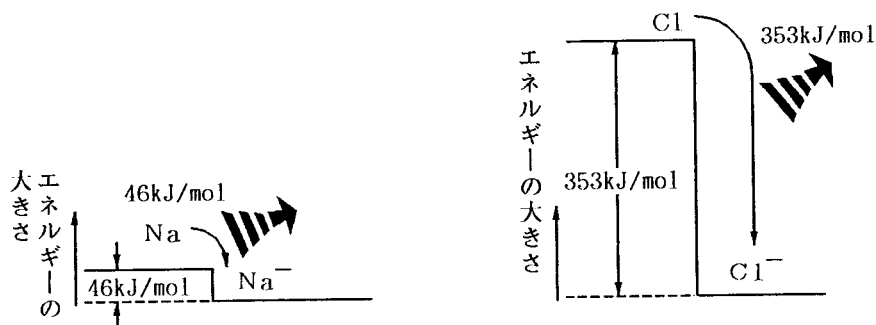
◇考え方のポイント◇

◆イオン化エネルギー



原子から電子1個を引き離し、陽イオンをつくるのに必要な最小のエネルギーを『イオン化エネルギー』という。イオン化エネルギーの値の小さな原子は、大きな原子に比べて陽イオンになりやすい。(NaとClとでは、Naのほうが陽イオンになりやすい。)

◆電子親和力



原子が電子1個と結合するとき外部に放出されるエネルギーを、『電子親和力』という。電子親和力の値の大きな原子は、小さな原子に比べて陰イオンになりやすい。(NaとClとでは、Clのほうが陰イオンになりやすい。)

◆原子やイオンの大きさ

原子の大きさを価電子が同じ原子どうしで比べると、原子番号の大きい原子ほど小さくなる。また、最外殻が同じ原子どうしで比べると、原子番号の大きい原子ほど小さくなる。

陽イオンは、もとの原子の大きさよりも小さく、陰イオンはもとの原子の大きさよりも大きい。また、イオンの大きさを同じ希ガス型電子配置のイオンどうしで比べると、原子番号が大きいほど小さくなる。

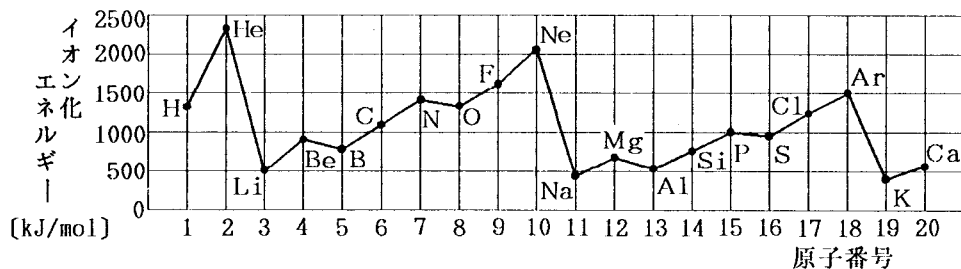
1 (0017) ●類題 6170 イオン化エネルギーと電子親和力

原子のイオン化エネルギーと電子親和力について、次の問いに答えなさい。

- (1) ナトリウムのイオン化エネルギーは、496 kJ/mol です。このエネルギーは、ナトリウム原子がどのようなイオンになるときに必要なエネルギーですか。イオン式で答えなさい。
[]
- (2) 塩素のイオン化エネルギーは、1260 kJ/mol です。このエネルギーは、塩素原子がどのようなイオンになるときに必要なエネルギーですか。イオン式で答えなさい。
[]
- (3) ナトリウムの電子親和力の値は、46 kJ/mol です。このエネルギーは、ナトリウム原子がどのようなイオンになるときに放出されるエネルギーですか。イオン式で答えなさい。
[]
- (4) 塩素の電子親和力は、353 kJ/mol です。このエネルギーは、塩素原子がどのようなイオンになるときに放出されるエネルギーですか。イオン式で答えなさい。
[]
- (5) (1)~(4)に示されたイオン化エネルギーと電子親和力の値から、ナトリウム、および塩素原子それぞれについて、陽性・陰性のいずれかの傾向が強いかを示しなさい。
ナトリウム []
塩素 []

2 (0018) ●類題 6180 イオンのなりやすさ

次のグラフを見て、あとの文の [] にあてはまる語句、または元素記号を答えなさい。



原子から電子1個を引き離すのに必要な最小のエネルギーをイオン化エネルギー（第1イオン化エネルギー）という。このグラフに見られるように、イオン化エネルギーは He, [①], Ar のような [②] の原子で大きく、これらの原子から電子を引き離すには大きなエネルギーが必要である。反対に、Li, Na, [③] などでは小さく、これらの原子から電子を引き離すにはわずかなエネルギーしか必要としない。以上のことから、He などの [②] の原子はイオンになりやすく、Li, Na, [③] などの原子は電子を失って、容易に1価の [④] になることがわかる。

原子が電子1個と結合するとき、外部に放出されるエネルギーを [⑤] という。F, Cl, Br, I のように、希ガス元素の原子より電子が1個少ない原子の [⑥] の値は [⑥], 1価の [⑦] になりやすい。

3 (0019) ●類題 6190 原子とイオンの大きさ

原子とイオンの大きさについて、次の各問いに答えなさい。

- (1) 右の図1は、4種類の原子の原子半径を示しています。表の(ア)~(エ)にあてはまる元素記号や数値を次の中から選びなさい。

0.72	1.86	Li	F
------	------	----	---

原子	原子半径(Å)
(ア)	1.52
Na	(ウ)
(イ)	(エ)
Cl	0.99

図1

- (ア) [] (イ) []
(ウ) [] (エ) []

類題トレーニング(6170)

- 学習の視点 ある元素の陽性・陰性の度合いを比較する場合、イオン化エネルギー、電子親和力の値を比較するとよい。ここでの学習は、この2つの数値の意味にポイントをおいて行う。

■■■■■ **テーマ** イオン化エネルギーと電子親和力 ■■■■■

- ナトリウム原子と塩素原子を陽イオンにするためには、次のようなエネルギーが必要である。



必要な最小のエネルギー 496 kJ/mol

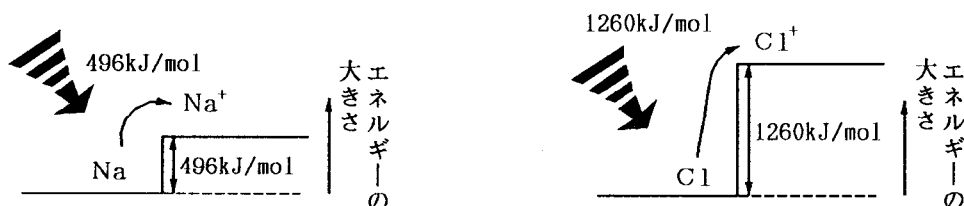


必要な最小のエネルギー 1260 kJ/mol

- 原子に電子が結合するとき放出されるエネルギーは、陰性元素ほど大きい。

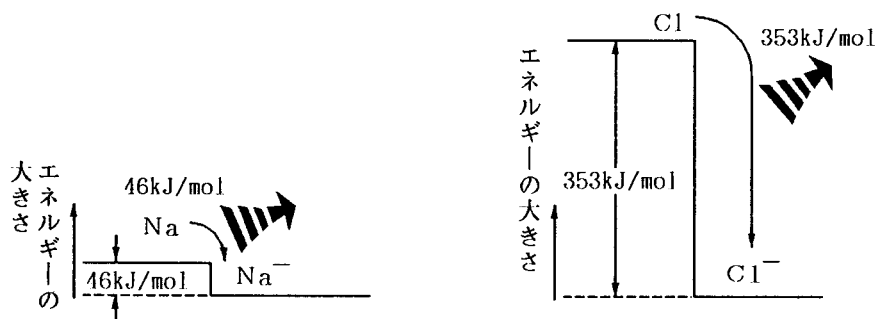
【イオン化エネルギー】

原子から電子を1個引き離して陽イオンをつくるのに必要な最小のエネルギーを、『イオン化エネルギー(第1イオン化エネルギー)』という。イオン化エネルギーの値は、陽性の原子ほど小さい。



【電子親和力】

原子が電子1個と結合するとき外部に放出されるエネルギーを、『電子親和力』という。電子親和力の値は、陰性の原子ほど大きな値を示す。



■■■ 説明 ■■■

- 希ガスのイオン化エネルギー イオン化エネルギーの値は、陽イオンになるなりやすさを示すものであり、この値が大きいと陽イオンになりにくい、このことと陰性が強いということは無条件に結びつけてはいけない。

たとえば、陰性元素のフッ素と希ガスのネオンとを比較すると、



となり、ネオンのほうが大きな値を示している。

これは、ネオンが安定な電子配置をとっているためで、電子を引き離すのに大きなエネルギーを必要とするからであり、陰性が強いわけではない。

希ガスを除いた元素については、イオン化エネルギーの大きな元素は陽イオンになりやすく、陰性の強い元素であるといえることができる。

- 電子親和力の値 電子親和力は、原子に電子が結合するときに、外部に放出されるエネルギーのことである。

外部に放出されるエネルギーが大きいということは、電子が結合することにより、それだけ安定な物質に変化するということであり、陰性の強い元素であるということになる。

⊙ kJ (キロジュール) はエネルギーの単位記号である。

$$1[\text{J}] = 0,239[\text{cal}] \text{ (カロリー)}$$

また、mol (モル) は物質量の単位記号である。mol については、第3章でくわしく学習する。

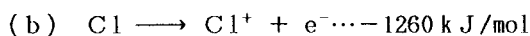
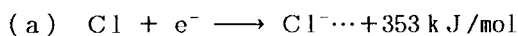
1 (6171) A06

イオン化エネルギーと電子親和力について、次の問いに答えなさい。

- (1) 原子から電子を1個引き離して、陽イオンをつくるのに必要な最小のエネルギーを何といいますか。
[]
- (2) イオン化エネルギーの値が小さい元素は、陽性・陰性のどちらの性質が強いですか。
[]
- (3) 希ガスのイオン化エネルギーの値は、ほかの元素に比べて、大きいですか、小さいですか。
[]
- (4) 原子が電子1個と結合するとき、外部に放出されるエネルギーを何といいますか。
[]
- (5) 電子親和力の値が大きい元素は、陽性・陰性のどちらの性質が強いですか。
[]

2 (6172) A06

塩素原子の変化の様子と、その際に入出入りするエネルギーの大きさをもとに、あとの問いに答えなさい。ただし、エネルギーを放出する場合は正、必要とする場合は負の符号をつけてあります。



- (1) 塩素原子のイオン化エネルギーの値はいくらですか。
[]
- (2) 塩素原子の電子親和力の値はいくらですか。
[]

類題トレーニング(6180)

- **学習の視点** ここでは、原子がどのようなイオンになりやすいか、また、イオン化エネルギーの周期性、陽性元素、陰性元素とイオン化エネルギーの値との関連などを学ぶ。

■■■■■ **テーマ** イオンのなりやすさ ■■■■■

- イオン化エネルギーは、陽イオンになりやすいか、なりにくいかを考える資料となる。
- 電子親和力は、陰イオンになりやすいか、なりにくいかを考える資料となる。

【陽性元素とイオン化エネルギー】

イオン化エネルギーが小さい……陽イオンになりやすい。(陽性が強い。)
 イオン化エネルギーが大きい……陽イオンになりにくい。

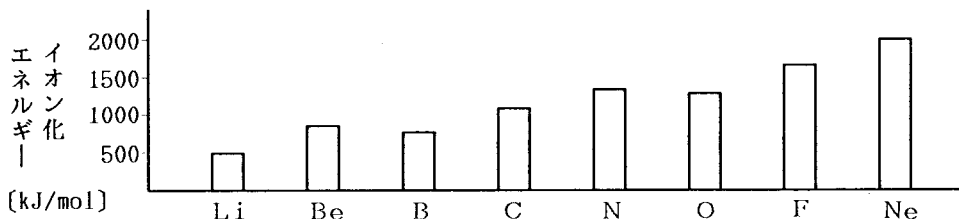
【陰性元素と電子親和力】

電子親和力が大きい……陰イオンになりやすい。(陰性が強い。)
 電子親和力が小さい……陰イオンになりにくい。



■■■ **説明** ■■■

- **イオン化エネルギー** 陽イオンになりやすい元素ほど、陽イオンになるために必要なエネルギーの量は少ないから、イオン化エネルギーの値は小さくなる。
 原子番号が3～10までの元素についてイオン化エネルギーの値を比較すると、次のグラフのようになる。



この中では、Li がもっとも陽性が強いことになる。
 希ガスである Ne のイオン化エネルギーの値が大きい理由は、安定な電子配置をとっているので、電子を引き離すのに大きなエネルギーが必要なため、陰性元素であるためではない。

- **電子親和力** 電子親和力の値は、直接測定できないので、ほかの値から間接的に求められる。電子親和力の値は、測定方法によってかなり異なる値が報告されている。いくつかの原子について、およその値を示すと次のグラフのようになる。



これによると、Cl, Br, I などの元素は、電子親和力が大きく、陰イオンになりやすい元素であるといえる。

1 (6181) A06

イオンのなりやすさについて、次の問いに答えなさい。

- (1) イオン化エネルギーの値の大きな元素は、陽イオン・陰イオンのどちらのイオンになりやすいといえますか。
[]
- (2) イオン化エネルギーの値の小さな元素は、陽イオン・陰イオンのどちらのイオンになりやすいですか。
[]
- (3) 電子親和力の値が大きな元素は、陽イオン・陰イオンのどちらのイオンになりやすいですか。
[]
- (4) 電子親和力の値が小さな元素は、陽イオン・陰イオンのどちらのイオンになりやすいといえますか。
[]

2 (6182) A06

次の表は、原子番号が3から10までの元素のイオン化エネルギーの値を示したものです。次の問いに答えなさい。

元 素	${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
イオン化エネルギー [kJ/mol]	520	899	801	1086	1402	1314	1681	2081

- (1) ネオンのイオン化エネルギーの値がもっとも大きいことから、ネオンは陰イオンになりやすい元素であるといえてよいですか。
[]
- (2) ネオンのイオン化エネルギーの値がもっとも大きくなる理由を、簡単に述べなさい。
[]
- (3) 上の表の元素のうちで、もっとも陽イオンになりやすいものはどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (4) もっとも陽イオンになりやすい元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (5) もっとも陰性が強いと考えられる元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]

3 (6183) A06

次の表は、価電子が7個である元素の電子親和力の値を示したものです。次の問いに答えなさい。

元 素	Cl	Br	I
電子親和力 [kJ/mol]	361	344	319

- (1) 上の表の中で、もっとも陰イオンになりやすい元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (2) もっとも陰イオンになりやすい元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]

原子半径		イオン半径		原子半径		イオン半径	
Li	1.52	Li ⁺	0.88	F	0.72	F ⁻	1.19
Na	1.86	Na ⁺	1.16	Cl	0.99	Cl ⁻	1.67
K	2.27	K ⁺	1.52	Br	1.14	Br ⁻	1.82
Rb	2.48	Rb ⁺	1.63	I	1.33	I ⁻	2.06

図1 原子半径とイオン半径(単位はÅ)

- 原子番号とイオン半径 O²⁻, F⁻, Na⁺, Mg²⁺, Al³⁺ は, Ne 原子と同じ電子配置をもつイオンであるが, その半径(イオン半径)はこの順に小さくなる。これは, 原子核の正電荷がこの順に増え, 電子がそれにつれて強く原子核に引っぱられるためである。図2に He 型, Ne 型, Ar 型のそれぞれのイオンのイオン半径を示した。

He 型イオン		H ⁻	1.5	Li ⁺	0.88	Be ²⁺	0.45	B ³⁺	0.11	
Ne 型イオン	O ²⁻	1.28	F ⁻	1.19	Na ⁺	1.16	Mg ²⁺	0.86	Al ³⁺	0.68
Ar 型イオン	S ²⁻	1.70	Cl ⁻	1.67	K ⁺	1.52	Ca ²⁺	1.14	Sc ³⁺	0.74

図2 イオン半径(単位はÅ)

1 (6191) A06

原子とイオンの大きさについて, 次の各問いに答えなさい。

- (1) Li, Na, K のように価電子の数が同じ原子の大きさを比べた場合, 原子番号が大きいほど, 原子の大きさは大きくなりますか, 小さくなりますか。
[]
- (2) Li, Be, B, C, N, O, F, Ne のように最外殻が同じ原子の大きさを比べた場合, 原子番号が大きいほど, 原子の大きさは大きくなりますか, 小さくなりますか。
[]
- (3) 原子が陽イオンになるとき, そのイオンの大きさはもとの原子の大きさよりも大きくなりますか, 小さくなりますか。
[]
- (4) 原子が陰イオンになるとき, そのイオンの大きさはもとの原子の大きさよりも大きくなりますか, 小さくなりますか。
[]

2 (6192) A06

原子とイオンの大きさについて, 次の各問いに答えなさい。

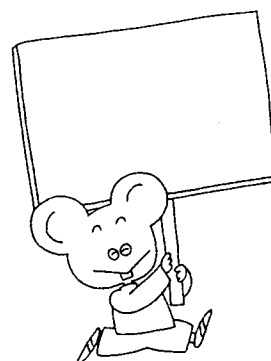
- (1) Li, Na, K, Rb を原子半径の小さい順に並べかえなさい。
[→ → →]
- (2) F, Cl, Br, I を原子半径の大きい順に並べかえなさい。
[→ → →]
- (3) (1)や(2)の順になる理由を簡単に述べなさい。
[]
- (4) Na, Mg, Al を原子半径の小さい順に並べかえなさい。
[→ →]
- (5) (4)の順になる理由を簡単に述べなさい。
[]
- (6) Na と Na⁺ では, どちらの半径が大きいですか。
[]

(7) Br と Br^- では、どちらの半径が大きいですか。

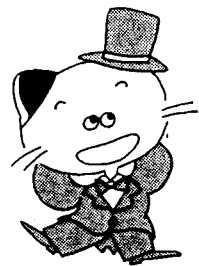
{ }

(8) Ne 原子と同じ電子配置をもつイオン O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} のイオン半径はこの順に大きくなりますか、それとも小さくなりますか。

{ }



memo



§ 7 元素の周期表

A07

原子の電子配置については、よく理解できたでしょうか。原子の電子配置、とくに、最外殻にはいつている電子数は、元素の化学的な性質と密接な関係があることについては、すでに述べました。いままでの学習から元素を原子番号の順に並べると、最外殻にはいつている電子数が周期的に変わることが明らかになったことでしょう。このことから、元素の性質も周期的に変わることや、価電子の数が同じ元素は、原子番号が異なっても、たがいに性質が似ているということも予測できることでしょう。

ここでは、この章の総まとめとして元素の性質に簡単に触れながら、元素の周期表とそのよみ方について学習します。

◇考え方のポイント◇

◆周期表

元素を原子番号の順に並べ、性質のよく似た元素が縦の列に並ぶようにまとめた表を、『元素の周期表』とよぶ。

元素の周期表

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	●	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	○															

金属元素 ← 非金属元素 →
 ↓
 アルカリ土類金属(Bc, Mgは除く)
 アルカリ金属(Hは除く)
 ハロゲン ↑
 希ガス ↑
 遷移元素
 典型元素

●	ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
○	アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

◆典型元素と遷移元素および、金属元素と非金属元素

1族, 2族および12族から18族までの元素を『典型元素』, 3族から11族までの元素を『遷移元素』という。

金属の性質を示す元素を『金属元素』, それ以外を『非金属元素』という。

◆同一周期の元素

同一周期内では、原子番号が増えるに従い、価電子数が増える。ただし、18族は0である。

2 (0021) 類題 6210 同一周期の元素

同一周期内での元素の性質の変化について、次の文の〔 〕の中にあてはまる語句、または元素記号を書き入れなさい。

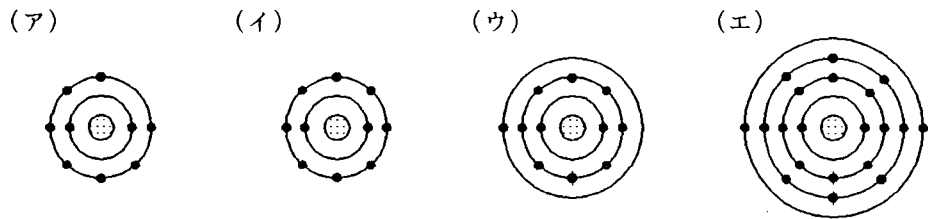
典型元素では、価電子数は希ガスを除き、〔① 〕の番号の〔② 〕の数字と一致し、その数によって元素の化学的性質が大きく左右される。

同一周期内では、族の番号が増えるに従って価電子数が〔③ 〕、18族で0となる。族の番号の小さな元素ほど〔④ 〕が強く、大きくなるほど〔⑤ 〕が強くなる傾向がある。

たとえば、第2周期の元素では、〔⑥ 〕とBeが金属で、それぞれ1価と2価の〔⑦ 〕になりやすい。B、C、Nはイオンにはなりにくい、族の番号が大きくなるにつれて、だんだん〔⑧ 〕が強くなり、OとFはそれぞれ2価と1価の〔⑨ 〕になりやすい。希ガスである〔⑩ 〕は、安定でイオンにはなりにくい。

3 (0022) 類題 6220 同族元素

次に示した原子の電子配置を表した模式図について、次の問いに答えなさい。



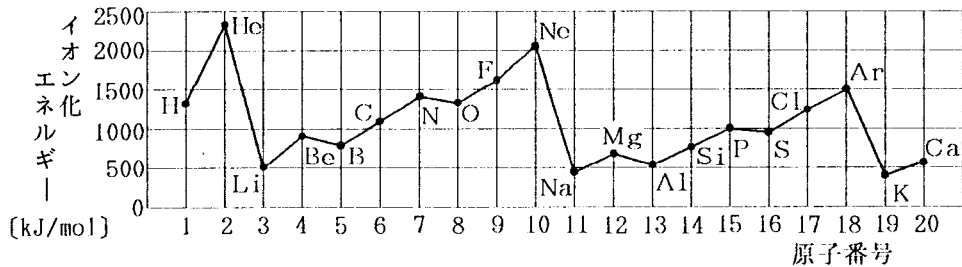
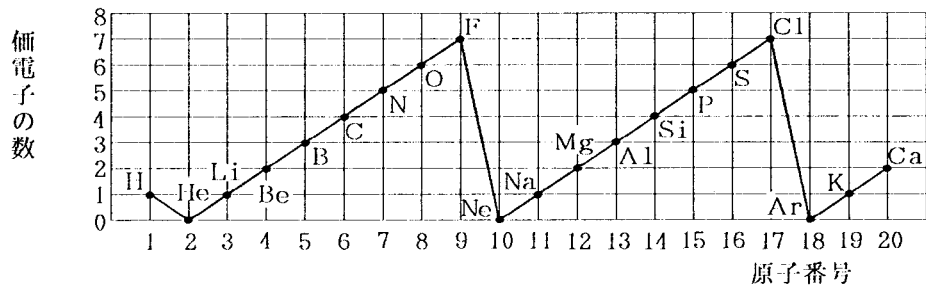
- (ア)と(ウ)の原子は、それぞれ周期表の第何周期に属していますか。
(ア)〔 〕 (ウ)〔 〕
- (ア)～(エ)のそれぞれの原子のもつ価電子の数はそれぞれいくつですか。
(ア)〔 〕 (イ)〔 〕
(ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (ア)～(エ)のそれぞれの原子は、周期表の何族に属していますか。
(ア)〔 〕 (イ)〔 〕
(ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (ア)～(エ)のそれぞれの原子は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希ガス、ハロゲンのどの原子ですか。
(ア)〔 〕 (イ)〔 〕
(ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (ア)～(エ)のそれぞれの図は、何という原子の電子配置を示したものですか。元素名を答えなさい。
(ア)〔 〕 (イ)〔 〕
(ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (ア)～(エ)のそれぞれの原子の同族元素を2つずつ元素記号で答えなさい。
(ア)〔 〕〔 〕 (イ)〔 〕〔 〕
(ウ)〔 〕〔 〕 (エ)〔 〕〔 〕

類題トレーニング(6200)

- 学習の視点 元素を原子番号の順に並べると、似た性質の元素が周期的に現れる。縦の列に似た性質の元素が並ぶように元素を表にまとめたものが元素の周期表である。ここでは、周期表の読み方を中心に学習を進めることにする。

テーマ 元素の周期表

- 元素を原子番号の小さいものから順に並べると、性質のよく似た元素が一定の間隔で周期的に現れる。次のグラフは、原子番号と価電子の数やイオン化エネルギーの値との関係を表したものである。



- 周期的に現れる性質のよく似た元素が縦方向にそろるように、元素を原子番号の順に並べると、次のような表ができる。

族 <元素の周期表> (元素は原子番号で示してある)

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1																	2	
2	3	4												5	6	7	8	9	10
3	11	12												13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
6	55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
7	87	88																	
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				

【元素の周期律】

元素を原子番号の小さい順から並べていくと、元素の性質は次々に変わっていくが、周期的に性質のよく似た元素が現れる。このような周期的な規則性を、元素の『周期律』という。

【元素の周期表】

元素を原子番号の順に並べ、縦の列に性質の似たものがそろるように並べた表を元素の『周期表』という。

【族と周期】

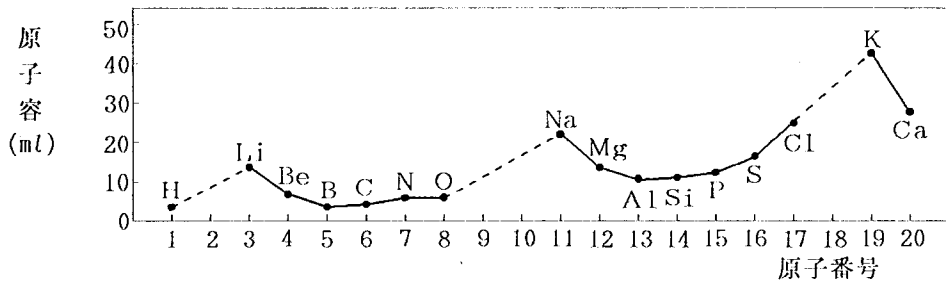
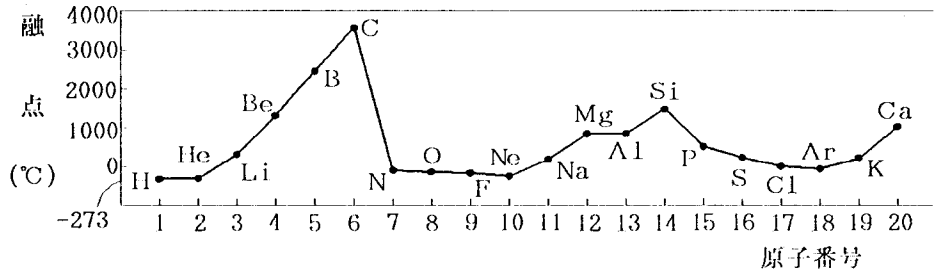
周期表の縦の列を『族』、横の列を『周期』という。各族には1～18、各周期には1～7

の番号がつけられている。族は左から順に、1族、2族、…、周期は上から順に、第1周期、第2周期、…、とよぶ。

■■説明■■

- 周期律 周期性を示す元素の性質として、単体の融点や沸点、原子のイオン化エネルギー、原子やイオンの大きさ、生成する単原子イオンの価数、生成する化合物の組成など、いろいろなものがあげられる。

次の図は単体の融点と原子容(固体の単体1molの体積)の周期的変化をそれぞれ表したものである。このように、元素に周期律が存在するのは、原子番号の増加に伴い、原子の価電子の数が規則的に変化するためである。



- 周期表 周期表はロシアのメンデレーエフによって、1869年につくられた。次に示すように、第1周期には2種類の元素、第2周期と第3周期には、それぞれ8種類の元素が並んでいる。また、第4周期と第5周期には、それぞれ18種類の元素、第6周期には32種類の元素が並び、第7周期は完結していない。

元素の周期表

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be	金属元素										B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	↓										Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	●	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	○															

●はランタノイド
○はアクチノイド

← 典型元素 | 遷移元素 | 典型元素 →

●	ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
○	アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

- 金属元素と非金属元素 アルミニウムや銅など、単体が金属光沢を示し、熱や電気をよく導くような、いわゆる金属の性質を示す元素を『金属元素』という。金属元素は一般に陽イオンになりやすい。これに対して、金属元素以外の元素を『非金属元素』という。非金属元素には、希ガスを除くと陰イオンになりやすいものが多い。元素の周期表では金属元素は左下に、非金属元素は右上に位置する傾向がみられる。

○ 周期表で、太い線で囲まれた部分の元素が金属元素を、それ以外が非金属元素を示している。

- 典型元素と遷移元素 1族、2族および12族から18族までの元素を『典型元素』、3族から11族までの元素を『遷移元素』という。

典型元素の族の番号の下1けたの数字は、希ガスを除き、原子がもつ価電子の数と一致する。典型元素では、族によって価電子の数が異なるため、各族の性質の違いが顕著に現れる。典型元素には、金属元素と非金属元素の両方が含まれる。

遷移元素の原子の価電子の数は、2個以下(多くの場合2個)であり、族の番号が変わってもあまり変化しない。このため、遷移元素では、族の番号による性質の変化はゆるやかである。遷移元素は典型元素と異なり、すべて金属元素である。

- 水素 水素は価電子数が1個であるため、一般に、1族の上に記されるが、第2周期以後の1族の元素とは大きく性質が異なる。このため、水素のみを独立した位置に示す場合もある。

- ランタノイドとアクチノイド 原子番号57から71の元素(ランタノイド)と、89から103までの元素(アクチノイド)は、3族の第6周期と第7周期にそれぞれ含まれる元素だが、表が長くなるので、べつに欄を設けて記してある。

- 周期表の覚え方 第1周期から第3周期までの元素の順番は、必ず覚えておくこと。右のようにして覚えると、比較的覚えやすい。

H							He
水(スイ)							兵(ヘイ)
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
離(リ)	別(ベツ)	ぼ	く	の		ふ	ね
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
な	間(マ)	がある	シッ	プ	は	すぐ	くる あ〜

1 (6201) A07

元素の周期表について、次の問いに答えなさい。

- (1) 元素を原子番号の順に並べたとき、周期的に性質のよく似た元素が現れるが、この周期的な規則性を何といいますか。
[]
- (2) 元素の周期表は、何の順に元素を並べたものですか。
[]
- (3) 元素の周期表では、縦の列に性質の似た元素を配列するように並べてあります。この縦の列のことを何とよびますか。
[]
- (4) 元素の周期表では、横の列を何とよびますか。
[]
- (5) 1族、2族、および12族～18族に含まれる元素を、まとめて何とよびますか。
[]
- (6) (4)以外の元素を、まとめて何とよびますか。
[]

- (7) 単体が金属光沢をもち、電気伝導性を示すような単体の元素を、一般に何元素とよびますか。 []
- (8) 元素を金属元素と非金属元素とに分けた場合、典型元素にはどのような元素が含まれますか。 []
- (9) 元素を金属元素と非金属元素とに分けた場合、遷移元素にはどのような元素が含まれますか。 []

2 (6202) A07

次の問いに元素名で答えなさい。

- (1) 第1周期にある元素は何ですか。原子番号の順にすべて示しなさい。
[]
- (2) 第2周期にある元素は何ですか。原子番号の順にすべて示しなさい。
[]
- (3) 第3周期にある元素は何ですか。原子番号の順にすべて示しなさい。
[]

3 (6203) A07

表中に元素記号と元素名を記入し、元素の周期表を完成しなさい。

族 周期		1	2	13	14	15	16	17	18
		1	元素記号						
元素名									
2	元素記号								
	元素名								
3	元素記号								
	元素名								

4 (6204) A07

次の問いに答えなさい。

- (1) 次の元素には金属元素と非金属元素が含まれています。金属元素を○で囲みなさい。
H, He, Li, C, O, Na, Al, Si, S, Cl
- (2) 次の元素には典型元素と遷移元素が含まれています。典型元素を○で囲みなさい。
H, He, Na, Cl, Fe, Cu, Br, Ag, Sn, I, Pt, Au, Hg, Pb, U

5 (6205) A07

周期表を参考にして、次の問いに元素記号で答えなさい。

- (1) 第3周期にある18族元素は何ですか。 []
- (2) 塩素に性質が似ている第2周期の元素は何ですか。 []
- (3) 原子番号3の元素に性質が似ている第3周期の元素は何ですか。 []

memo



類題トレーニング(6210)

- 学習の視点 ここでは、同一周期における価電子数や元素の性質の変化を中心に学習します。


テーマ 同一周期の元素

- 第2周期の元素と価電子数との関係を電子式で示すと次のようになる。

·Li	·Be	·B·	·C·	·N·	:O:	:F:	:Ne:
1	2	3	4	5	6	7	0

← 価電子の数

- 各元素の性質を第2周期の元素に対応させると、次のようになる。

性質 \ 元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
金属・非金属 (単体の性質)	金属	金属	非金属	非金属	非金属	非金属	非金属	非金属
	金属性 大							非金属性 大
単体(固体) の電導性	良	良	不	不				
イオンの価数	+1	+2	イオン になり にくい	イオン になり にくい	イオン になり にくい	-2	-1	イオン になり にくい

【同一周期内での元素の性質の変化】

同一周期内では、族の番号が増えるにしたがって価電子数が増え、18族で0となる。族の番号の小さな元素ほど金属性が強く、大きくなるほど非金属性が強くなる傾向がある。典型元素の価電子数は、希ガスを除き、族の番号の下1けたの数字と一致している。

■■ 説 明 ■■

- 価電子数の変化と周期 典型元素では、価電子数は希ガスを除き、族の番号の下1けたの数字と一致し、その数によって元素の化学的性質が大きく左右される。
- 第3周期の元素 第3周期の元素についても、第2周期と同じように考えていくことができる。つまり、族の番号が小さな元素ほど金属性が強く、大きくなるほど非金属性が強くなる傾向がある。単体が金属の性質を示すのは、1族のNaから13族のAlまでである。Alは、+3の陽イオンになりやすい元素である。
- 遷移元素 遷移元素は、すべて金属元素である。

1 (6211) A07

同一周期内の元素の性質や構造の変化について、次の問いに答えなさい。

- (1) 次に示した元素について、価電子数を記入しなさい。

族	1	2	13	14	15	16	17	18
元素記号	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
価電子数								

(2) 次に示した元素について、価電子数を記入しなさい。

族	1	2	13	14	15	16	17	18
元素記号	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
価電子数								

(3) 第2周期と第3周期の元素について、金属元素とよべるものを、元素記号で答えなさい。

第2周期 []

第3周期 []

(4) 次の中から正しい文を選び、記号で答えなさい。

(ア) 同一周期内の元素では、原子番号が小さいほど金属性が強く、原子番号が大きいほど非金属性が強い。

(イ) 同一周期内の元素では、原子番号が大きいほど金属性が強く、原子番号が小さいほど非金属性が強い。

(ウ) 典型元素では、価電子数が原子番号と一致する。

(エ) 典型元素では、価電子数が希ガスを除き、族の番号の下1けたの数字に等しい。

(オ) 金属元素は電導性がある。

(カ) 金属元素は電導性がない。

(キ) 1族～17族の同一周期の元素では、原子番号が小さいほど陽イオンになりやすく、原子番号が大きいほど陰イオンになりやすい。

(ク) 1族～17族の同一周期の元素では、原子番号が小さいほど陰イオンになりやすく、原子番号が大きいほど陽イオンになりやすい。

(ケ) 遷移元素は、すべて非金属元素である。

(コ) 遷移元素は、すべて金属元素である。

[]

2 (6212) A07

同一周期の元素では、希ガスを除いて、原子番号が増加するに伴って、次のものはどのように変化しますか。()の中から選び、記号で答えなさい。

(1) 金属、非金属の別 (㊦ 金属 → 非金属 ㊧ 非金属 → 金属)

[]

(2) 電導性 (㊦ 不導体 → 良導体 ㊧ 良導体 → 不導体)

[]

(3) イオンの価数 (㊦ (-) → (+) ㊧ (+) → (-))

[]

類題トレーニング(6220)

- 学習の視点 周期表上の縦の列は、性質の似た元素からなっていることは先に説明した。ここでは、そのことを価電子や電子式を用いて説明するとともに、いくつかの族につけられた名称をあげてみる。族に含まれる元素のくわしい化学的性質は第10章で学ぶこととして、ここでは、基本的なことと性質の概略をつかむことに主眼をおいて学習を進める。

テーマ 同族元素

- 同じ族に属する典型元素の電子式を示すと価電子の数が等しいことがわかる。
- 典型元素では、周期表で縦の列に並ぶ元素はたがいに性質が似ている。

【同族元素】

周期表上で、同じ縦の列に並ぶ元素は、『同族元素』とよばれる。典型元素の同族元素では、価電子数が希ガスを除き、族の番号の下1けたと一致し、化学的性質もよく似ている。

同族元素には、名前がつけられており、次のようなものがある。

- 1 族…『アルカリ金属』
(H は除く。)
- 2 族…『アルカリ土類金属』
(Be, Mg は除く。)
- 17 族…『ハロゲン』
- 18 族…『希ガス』

族 周期	1	2	17	18
2	·Li	·Be	·F·	·Ne·
3	·Na	·Mg	·Cl·	·Ar·
4	·K	·Ca	·Br·	·Kr·
5	·Rb	·Sr	·I·	·Xe·
価電子数	1	2	7	0

■■ 説明 ■■

- 同族元素と性質 典型元素では同族元素の価電子数が一致し、化学的性質もよく似ているが、遷移元素ではむしろ横の列、つまり同一周期に属する元素の間の性質がよく似ている。

元素の周期表

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	●	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	○															

アルカリ土類金属
 アルカリ金属
 遷移元素
 典型元素
 ハロゲン
 希ガス

●はランタノイド
 ○はアクチノイド

- アルカリ金属元素の性質 Li, Na, K, Rb, Cs, Frの6つの元素からなり、単体は、軽くてやわらかい金属である。1価の陽イオンになる。水とはげしく反応して水素を発生し、その水溶液は強い塩基性を示す。
- アルカリ土類金属元素の性質 2族は、Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Raからなり、価電子を2個もつ元素である。2価の陽イオンになる。このうち、Be, Mgを除く元素は、アルカリ金属と性質がよく似ており、アルカリ土類金属とよばれる。
- ハロゲン 17族の元素、F, Cl, Br, I, Atをハロゲンとよび、価電子7個をもつ元素である。1価の陰イオンになる。単体はいずれも酸化力が強い。
- 希ガス He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rnを希ガスとよび、最外殻の電子が8個(Heのみ2個)で安定であり、化合物をつくりにくい。そのため、これらを不活性ガスともよぶ。

1 (6221) A07

同族元素について、次の問いに答えなさい。

- 同族元素について正しく述べた文を次の中から選び、記号で答えなさい。
 (ア) 周期表上で、横の列に並び、原子番号の連続した元素を同族元素とよぶ。
 (イ) 周期表上で、縦の列に並び、似た性質の元素を同族元素とよぶ。
 []
- 価電子数と族の番号について正しく述べた文を次の中から選び、記号で答えなさい。
 (ア) 同族元素の価電子の数は等しく、希ガスを除き、族の番号の下1けたと一致する。
 (イ) 同族元素の価電子の数は連続していて、周期の番号と一致している。
 []
- 水素を除く、1族の元素を、一般に何とよびますか。
 []
- Be, Mgを除く、2族の元素を、一般に何とよびますか。
 []
- 周期表で17族の元素を一般に何とよびますか。
 []
- 周期表で18族の元素を一般に何とよびますか。
 []

2 (6222) A07

次の各問いに答えなさい。

- (1) 1族の元素の中で、アルカリ金属とよばれない元素は何ですか。元素名と元素記号を答えなさい。
[]
- (2) 2族の元素の中で、アルカリ土類金属とよばれない元素は何ですか。元素名と元素記号を答えなさい。
[]

3 (6223) A07

次の分類に属する元素を、すべて元素記号で答えなさい。また、価電子数はそれぞれ何個ですか。

- (1) ハロゲン
[]
価電子数 []
- (2) アルカリ金属
[]
価電子数 []
- (3) アルカリ土類金属
[]
価電子数 []
- (4) 希ガス
[]
価電子数 []

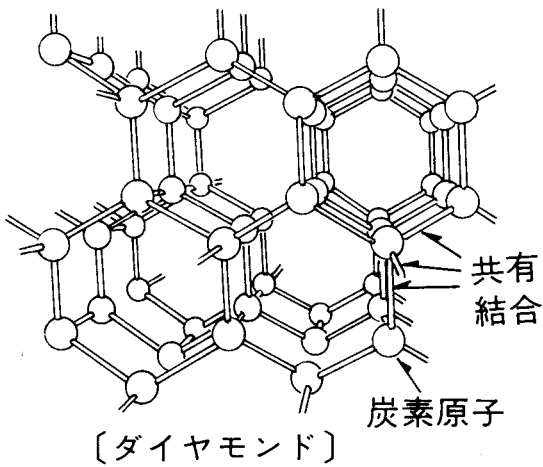
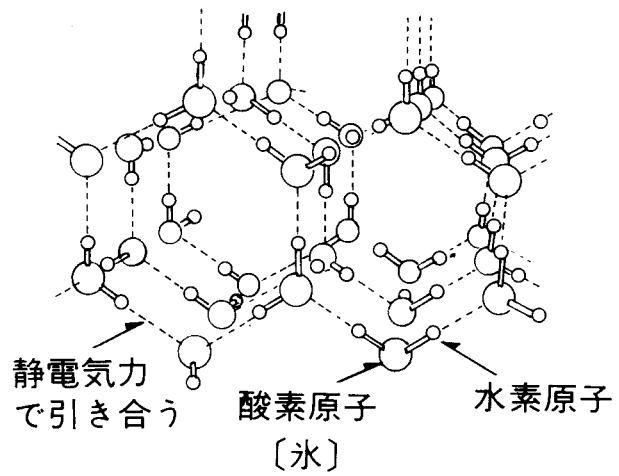
4 (6224) A07

次に述べた性質にあてはまる同族元素の名称を下の(ア)~(エ)から選び、記号で答えなさい。

- (a) 2個の価電子をもち、アルカリ金属に性質が似ている。
(b) 価電子数は0で、電子配置は安定しており、化合物をつくりにくい。
(c) 単体は、軽くてやわらかい金属で、水とはげしく反応して水素を発生する。また、その水溶液は強い塩基性を示す。
(d) 7個の価電子をもち、単体はいずれも酸化力が強い。
- (ア) ハロゲン (イ) アルカリ金属 (ウ) アルカリ土類金属 (エ) 希ガス
(a) [] (b) [] (c) [] (d) []



第2章 化学結合



類題トレーニング(6280)

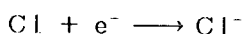
- 学習の視点 まず、イオン結合の定義と、イオン結合によってできている物質を化学式で表す方法について学習する。

■■■■■ テーマ イオン結合と組成式 ■■■■■

- ナトリウムのような陽性元素は、電子を失って陽イオンになりやすい。

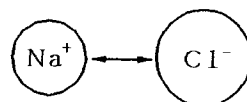


- 塩素のような陰性元素は、電子をとり込んで陰イオンになりやすい。

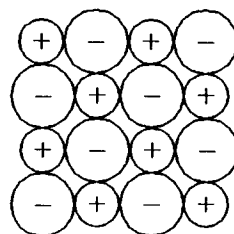


- ナトリウムイオンと塩化物イオンは、たくさん集まって、静電的な引力(クーロン力)によって引き合い、結合し、化合物をつくっている。

- ナトリウムと塩素の化合物は、全体として電気的に中性になっている。



静電的な引力がはたらき結合する。



【イオン結合】

陽イオンと陰イオンとが、静電的な引力によって引き合って生じた結合を、『イオン結合』という。

【イオン結合と組成式】

イオン結合の物質を表すには、その成分元素の原子の数をもっとも簡単な整数比にした『組成式』が使われる。

イオン結合をするイオンの価数と組成式中のイオンの数の間には、次のような関係が成立している。

$$\left[\begin{array}{c} \text{陽イオンの電荷} \\ (\text{陽イオンの価数}) \times (\text{陽イオンの数}) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{陰イオンの電荷} \\ (\text{陰イオンの価数}) \times (\text{陰イオンの数}) \end{array} \right]$$

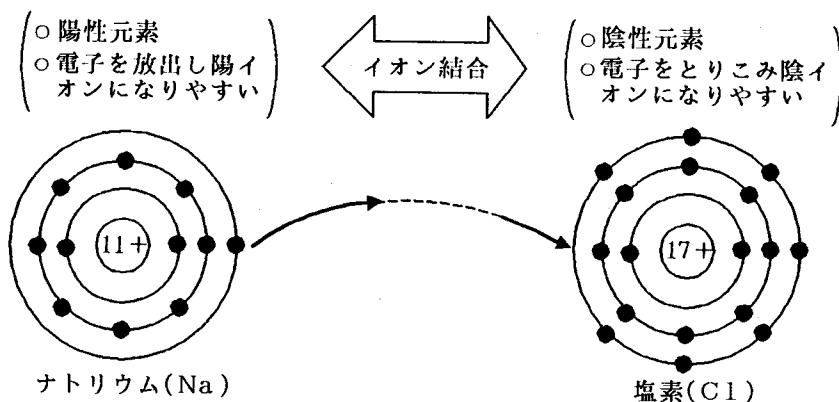
【化学式】

物質の組成や構造を元素記号を使って表した式を総称して『化学式』という。

これまで学習したイオン式、電子式や組成式、あとで学習する構造式、分子式、示性式などは、すべて化学式である。

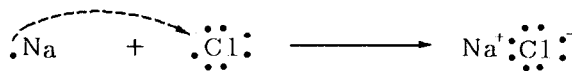
■■■ 説 明 ■■■

- イオン結合をしやすい原子と電子配置 イオン結合は、次のような特徴をもつ原子の間で起こりやすい。例として、NaとClを電子配置で示した。



☉陽性元素、陰性元素と周期表については、第1章§7を参照。

NaとClとからイオン結合ができるようすを、電子式を用いて表してみよう。



ナトリウムは電子を放出して陽イオンとなり、その電子を塩素が受けとって陰イオンとなる。この2つのイオンの間に静電的な引力がはたらきイオン結合を生じる。

- 組成式とイオンの価数 イオン結合による物質は、全体で電荷がゼロになるように、つまり電気的に中性になるように、結合している。化学式で、元素記号の右下に入れる係数は、その割合を示している。

NaClでは、1価のイオンどうしの Na^+ と Cl^- が結合しているので、電荷の和は、 $(+1) \times 1 + (-1) \times 1 = 0$ となる。

MgCl_2 では、2価の Mg^{2+} と1価の Cl^- の結合で、 $(+2) \times 1 + (-1) \times 2 = 0$ となる。

また、イオン結合の物質の化学式は、陽性元素を先に、陰性元素をあとに書く。

- 組成式と化合物の名称 NaClを塩化ナトリウムとよぶように、陰イオン→陽イオンの順に読む。陰イオンの名称は、～化物イオンのうち～化までを読み、陽イオンの名称につなげる。陽イオンのイオンは読まない。組成式を書くときは、陽性元素→陰性元素の順になる。

例 塩化バリウム BaCl_2 、酸化ナトリウム Na_2O 、塩化銅(Ⅱ) CuCl_2

- ☉Cuは1価と2価の2種類のイオンが存在する。名称のあとに(Ⅱ)がついているものは、2価の銅イオンという意味である。塩化銅(Ⅰ)は CuCl となる。

陰イオンが、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} のような多原子イオンの場合もあるが、その場合は、 Na_2CO_3 を炭酸ナトリウムとよぶように、イオンの名称をとり、陰イオン→陽イオンの順に読めばよい。

例 硫酸ナトリウム Na_2SO_4 、塩化アンモニウム NH_4Cl 、
炭酸カルシウム CaCO_3 、硝酸カリウム KNO_3

- ☉いろいろな多原子イオンの名称については、第1章§5を参照。

1 (6281) B01

イオン結合について、次の問いに答えなさい。

- (1) 陽イオンと陰イオンが静電的な引力で結合した化学結合を、何といいますか。
[]
- (2) イオン結合をしやすい元素の組み合わせを次から選び、記号に○をつけなさい。
(ア) 陽性元素と陽性元素 (イ) 陰性元素と陰性元素 (ウ) 陽性元素と陰性元素
- (3) イオン結合をしている物質では、全体の電荷が正か負にかたよっていますか、それとも中性ですか。
[]
- (4) Mg^{2+} と Cl^- が結合してできる物質の組成式を書きなさい。
[]
- (5) 次の物質の名称を書きなさい。
(ア) NaCl []
(イ) K_2CO_3 []
(ウ) Al_2O_3 []
(エ) MgCl_2 []

2 (6282) B01

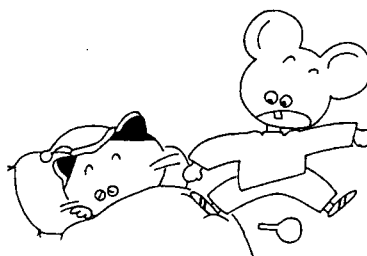
次の表中に示された陽イオンと陰イオンとからできると考えられるイオン結合の物質の組成式を、(1)~(12)に記入しなさい。

陽イオン 陰イオン	Li^+	Na^+	Cu^{2+}	Fe^{3+}
Cl^-	(1)	(2)	(3)	(4)
O^{2-}	(5)	(6)	(7)	(8)
S^{2-}	(9)	(10)	(11)	(12)

3 (6283) B01

次の、組成式で示した物質は名称を、名称を示した物質は組成式を答えなさい。

- (ア) KI [] (イ) NaOH []
 (ウ) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ [] (エ) MgO []
 (オ) Na_2S [] (カ) MgCO_3 []
 (キ) CaSO_4 [] (ク) NH_4Cl []
 (ケ) 水酸化カルシウム [] (コ) 酸化ナトリウム []
 (サ) 硝酸カリウム [] (シ) 塩化リチウム []
 (ス) 炭酸カルシウム [] (セ) リン酸ナトリウム []
 (ソ) 酸化アルミニウム [] (タ) 酸化カルシウム []



1 (6291) B01

Na, Al, S, Cl の4つの原子について、次の問いに答えなさい。

- (1) 陽性の強い原子はどれですか。
[]
- (2) 陰性の強い原子はどれですか。
[]
- (3) イオン結合を起こすと考えられる原子の組み合わせをすべて示しなさい。
[]
- (4) 4つの原子がイオンとなる時、どのようなイオンになりますか、イオン式で示しなさい。
Na [] Al [] S [] Cl []
- (5) (4)のイオンの組み合わせからできる化合物の組成式をすべて示しなさい。
[]

2 (6292) B01

次の7種類の元素について、あとの問いに答えなさい。

Li, B, N, O, Al, P, Cl, Ca

- (1) 陽イオンになりやすい元素をすべて選び、それをイオン式で表しなさい。
[]
- (2) 陰イオンになりやすい元素をすべて選び、それをイオン式で表しなさい。
[]
- (3) (1), (2)の組み合わせからできるすべての化合物の組成式と名称を答えなさい。
([])



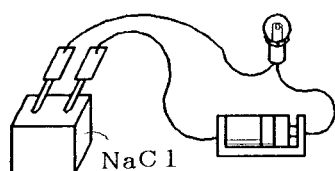
類題トレーニング(6300)

- 学習の視点 ここでは、具体的にイオン結合をしている物質をとりあげ、その名称と性質について学習する。

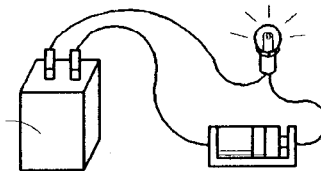
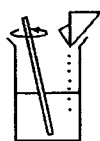
テーマ イオン結晶とその性質

- NaCl は、ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合してできた結晶で、塩化ナトリウムとよぶ。
- NaCl には、次のような性質がある。

- ① 結晶は、電気を通さない。
- ② NaCl の融点は 800°C と高い値を示す。
- ③ 融解し、液体にすると電気を通す。

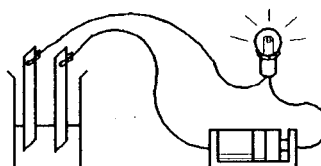


- ④ 水に溶ける。



融解した
NaCl

- ⑤ 水溶液は電気を通す。



- 「NaCl」は、結晶の組成を表す式(組成式)であって、ナトリウムイオン1個と塩化物イオン1個が結合した分子が存在しているのではない。

【イオン結晶】

純物質の固体で構成粒子が規則正しく配列しているものを『結晶』といい、陽イオンと陰イオンとからできている結晶を『イオン結晶』という。

【イオンからなる物質の性質】

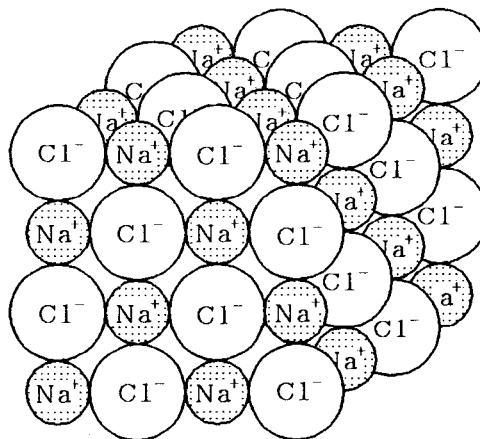
一般にかたくてもろく、融点・沸点が高い。結晶はほとんど電気を導かないが、加熱して融解すると電気を通す。イオン結晶には水に溶けるものも多く、水溶液は電気を通す。

■■ 説明 ■■

- 組成式の表す意味 Na^+ と Cl^- とからなる塩化ナトリウムの結晶では、右の図のように、 Na^+ と Cl^- とが交互に立体的に配列している。イオンの数の割合は、 Na^+ 1個に対して Cl^- 1個が結合している。全体のイオンの数は、結晶の大きさによって変わってくるので、化学式では結晶をつくっているイオンの個数の比(組成比)を示す。

すなわち、 $\text{Na}^+ : \text{Cl}^- = 1 : 1$ で結合しているのだから、化学式では NaCl と示す。

Mg^{2+} と Cl^- とのイオン結晶では、 $\text{Mg}^{2+} : \text{Cl}^- = 1 : 2$ となるので、 MgCl_2 と示す。このような化学式を組成式という。



(結晶全体で電荷がゼロ)
NaClの結晶

「NaCl」や「MgCl₂」は分子式ではないから、Na原子とCl原子が結合した分子や、Mg原子に2個のCl原子が結合した分子が存在しているのではないことに注意する。

- イオンからなる物質の性質
イオン結合によってできる物質は、一般に、イオン結晶とよばれる固体である。これは、1つの陽イオン粒子は多くの陰イオン粒子と引き合い、1つの陰イオン粒子は多くの陽イオン粒子と引き合う結果、多数のイオンが集合するからである。しかし、高温になると、この結合もくずれてきて液体の状態になり、イオンが自由に動けるので、電気を導くようになる。また、多くのイオン結晶は、イオンとなって水に溶け、それぞれが分かれて移動するので、その水溶液は電気を通す。

イオンからなる物質の融点・沸点

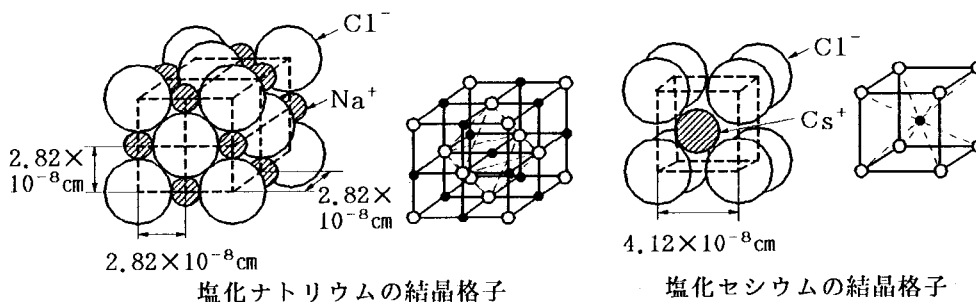
組成式		融点[°C]	沸点[°C]
塩	NaF	993	1704
	NaCl	801	1413
	NaBr	747	1390
	KBr	730	1435
	BaCl ₂	962	1560
酸化物	MgO	2826	3600
	CaO	2572	2850
	BaO	1918	2000
塩基	NaOH	328	1390
	KOH	360	1320
	Ba(OH) ₂	408	分解

また、イオンからなる物質には、一般に融点・沸点の高いものが多い。とくに、イオン半径が小さく、イオンの価数が大きいイオンからなる物質では、イオン結合の力が強く、融点・沸点が高くなる。

イオンからなる物質には、NaClのような^{えん}塩、CaOのような金属元素の酸化物、KOHのような塩基などがある。その代表的なものを右表に示す。

●塩や塩基については、第8章「酸と塩基の反応」でくわしく学習する。

- イオン結晶の構造
イオン結晶の中のイオンの並び方は、陽イオンや陰イオンの大きさによって決まってくる。たとえば、NaClと塩化セシウム CsClでは、Na⁺よりCs⁺のほうが大きいため、イオンの配列も異なってくる。



結晶内の粒子の配列を示したものを『結晶格子』といい、その中の基本的な最小単位の配列を示したものをとくに、『単位格子』とよんでいる。粒子は単位格子の頂点、面、辺、中心など決まった場所に配置される。上の図の結晶格子は、ともに単位格子を示したもので、実際の結晶は、この配列がくり返されてできている。

イオン結晶は、イオン結合の結合力がかなり強いので、一般にかたい。しかし、もろいので強くたたくと割れる。これは、結晶中の粒子の位置がずれると、同種の電荷をもつイオンがたがいに向かい合い、反発力がはたらくためである。

1 (6301) B01

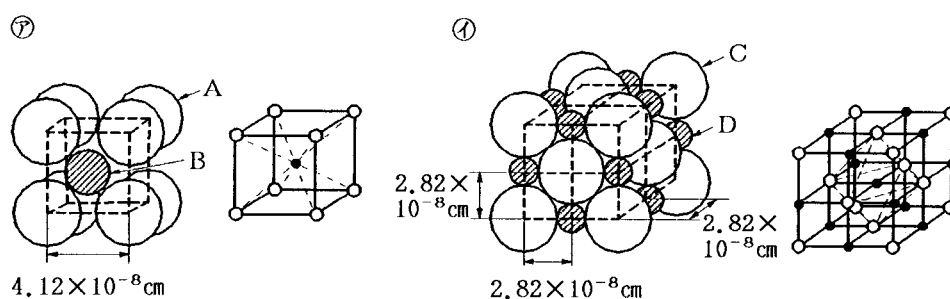
次の各問いに答えなさい。

- (1) イオン結合でできている結晶を何といいますか。 []
- (2) 一般に、イオン結晶は電気伝導性をもっていますか。 []
- (3) 一般に、イオン結晶を加熱して融解したものは、電気伝導性をもっていますか。 []

- (4) イオン結晶には、水に溶けるものが多いですか、少ないですか。
[]
- (5) 一般に、イオンからなる物質の融点・沸点は、ほかの化合物に比べて高いですか、低い
すか。
[]
- (6) イオン結晶は、一般に、かたくてもろいですか、やわらかいですか。
[]
- (7) 次の物質の組成式を示しなさい。
(ア) 酸化バリウム [] (イ) 硫酸ナトリウム []
- (8) 次のイオン結晶を構成するイオンの数の比を求めなさい。
(ア) MgCl_2 $\text{Mg}^{2+} : \text{Cl}^- = [] : []$
(イ) Al_2O_3 $\text{Al}^{3+} : \text{O}^{2-} = [] : []$

2 (6302) B01

次の図について、あとの問いに答えなさい。



- (1) ㉞, ㉟はそれぞれ、塩化ナトリウムと塩化セシウムのどちらの結晶格子を表していますか。
組成式で答えなさい。
㉞ [] ㉟ []
- (2) 図中の A~D のイオンを、イオン式で答えなさい。
A [] B [] C [] D []

ヒント (2) それぞれのイオンの大きさに注意して考えよう。

3 (6303) B01

次の文の [] の中にあてはまることばを入れなさい。

イオン結合によってできる結晶を [①] という。[①] は一般にかたく
てもろく、融点・沸点は [②] い。加熱して融解し、液体にしたものや水溶液は、電
気を [③]。 Al_2O_3 は [①] の例だが、この結晶を構成する Al^{3+} と O^{2-} の数の
比は [④] : [⑤] である。なお、この結晶の名称は [⑥
] である。

§ 2 共有結合と配位結合

B02

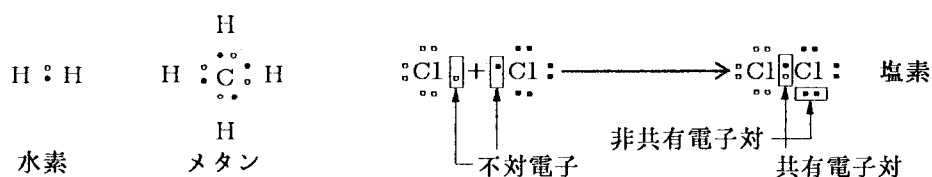
§ 2と§ 3では、化学結合のうちで共有結合とよばれる結合について学習します。共有とは、電子を共有するという意味です。まず§ 2では、共有結合がどのような結合であるかという点に焦点を当てます。共有結合というものをしっかり理解しましょう。

また、共有結合に似た結合に配位結合があります。両者の違いについても考えていきましょう。

◇考え方のポイント◇

◆共有結合

電子を共有することにより、安定な電子配置を達成し、原子間に結合が生じる。

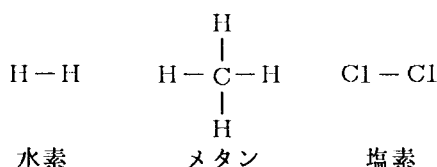


◆共有結合をする原子

おもに炭素などの非金属元素の原子間に生じやすい。

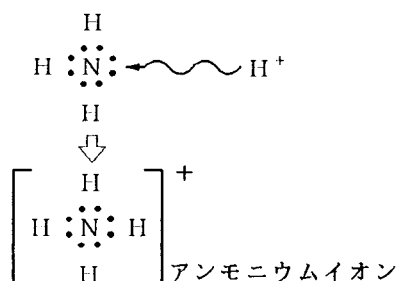
◆価標と構造式

共有電子対の1対を1本線(価標)で表した式が、『構造式』である。



◆配位結合

分子中の非共有電子対と陽イオンとからできる結合のように、一方の原子に属していた電子対を他方の原子との間で共有することによって生じる結合。



1 (0004) □ 類題 6310 共有結合

次の各問いに答えなさい。

(1) 次の文の〔 〕の中に適切なことばを書き入れなさい。

2個の水素原子がたがいに近づいていくと、一方の水素の〔① 〕は他方の水素原子の原子核とも引き合って、ついに両方の水素原子の〔② 〕殻どうしが、一部重なり合うようになる。そして、重なり合って1つになった電子殻の中では、それぞれの水素原子の電子が〔③ 〕になって存在する。〔③〕になった2個の電子は、両方の水素原子に〔④ 〕されて存在する。このような結合を〔⑤ 〕といい、それぞれの水素原子は〔⑥ 〕原子に似た電子配置をとる。

(2) 塩化水素, 水, アンモニア, メタンのそれぞれの分子を電子式で表しなさい。

()

2 (0005) ●類題 6320 非共有電子対

次の分子の電子式を示し, 共有電子対と非共有電子対の数も答えなさい。

分子名	フッ素	水	アンモニア	四塩化炭素
電子式				
共有電子対の数[対]				
非共有電子対の数[対]				

3 (0006) ●類題 6330 電子式と構造式

次の物質の構造式と分子の形を答えなさい。

(1) 水

()
[形]

(2) アンモニア

()
[形]

(3) メタン

()
[形]

(4) 二酸化炭素

()
[形]

4 (0007) ●類題 6340 配位結合

配位結合について, 次の問いに答えなさい。

(1) 共有結合と配位結合の相違点を説明しなさい。

()

(2) 次の物質を電子式と構造式で示しなさい。

(a) 水

() ()

(b) CH₄

() ()

(c) CCl₄

() ()

(d) NH₄⁺

() ()

(e) オキソニウムイオン

() ()

(3) (2)の物質の中で配位結合のあるものを選び, 記号で答えなさい。

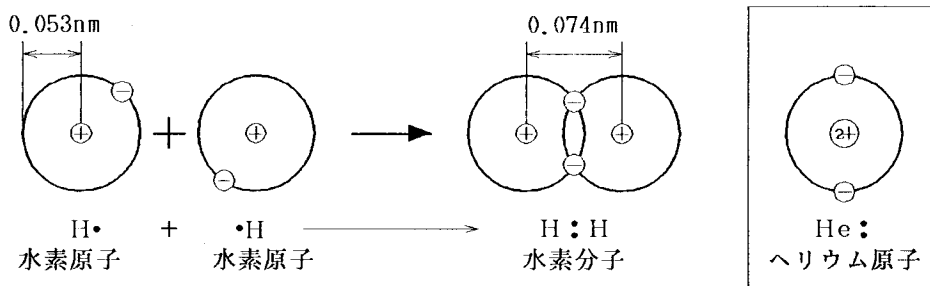
()

類題トレーニング(6310)

- 学習の視点 どのような原子間で共有結合が形成されるか、また、そのときの電子配置はどのようにになっているかということ进行学习する。

■■■■■ テーマ 共有結合 ■■■■■

- 2つの水素原子が近づくと、一方の水素原子の電子は、他方の水素原子の原子核にも引かれ、原子間に引力がはたらく。原子核があるところまで近づくと、2個の原子がたがいに電子を共有するようになり、ヘリウムと同じ電子配置をとって安定化する。原子がそれ以上近づくと、逆に斥力が強くはたらくため、もとの安定な状態に戻されてしまう。



【分子と分子式】

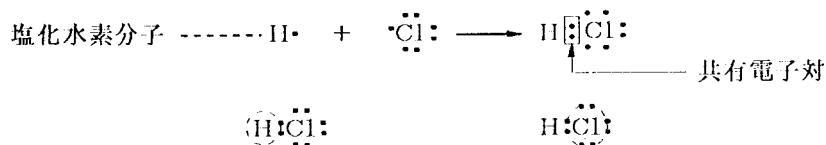
いくつかの原子が結合した粒子を『分子』といい、分子を表す化学式を『分子式』という。たとえば、水素、窒素、酸素の単体を表す分子式は、 H_2 、 N_2 、 O_2 であり、水、アンモニア、塩化水素などの分子式は H_2O 、 NH_3 、 HCl である。

【共有結合】

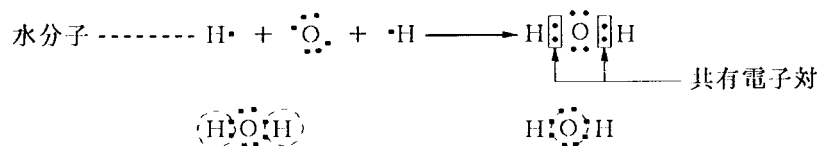
原子どうしがたがいの電子(価電子)を共有し、希ガス型の電子配置となることのできる安定な結合状態を、『共有結合』という。このとき共有された2個の電子は対をつくっており、これを『共有電子対』という。

■■■ 説明 ■■■

- 単原子分子 ふつう分子はいくつかの原子が結合してできた粒子を指す。しかし、空気中にわずかに含まれるヘリウム、ネオン、アルゴンなどの希ガスは、原子1個でも分子の性質をもつので、『単原子分子』とよばれる。したがって、それぞれの分子式は、 He 、 Ne 、 Ar となる。
- 共有結合をしやすい元素と電子配置 共有結合は、おもに希ガスを除いた炭素原子などの非金属元素どうして形成されやすい。なぜなら、非金属元素では、価電子の数が多く、希ガスと同じ電子配置をとるために、少数の電子を共有すればよいからである。
- 分子と共有結合 分子は2個以上の原子が共有結合によって結びついたものである。たとえば、 H_2 分子では、結合にあずかっている2個の原子が電子を引きつける強さは同じである。そのため、原子間での電子の移動は起こらない。したがって、原子を結びつけている結合は、イオン結合とは異なる。
- 共有結合でできる電子配置 共有結合をしている原子どうしは、たがいに出し合った電子を使って希ガス型の電子配置をつくっている。次の例について考えてみよう。



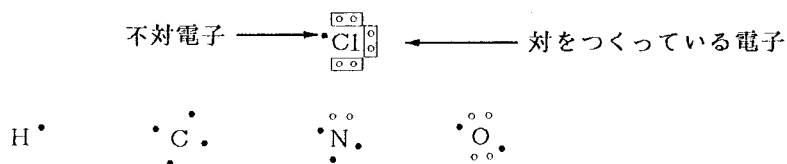
☉ H から見るとヘリウムの電子配置, Cl から見るとアルゴンの電子配置になっている。



☉ H から見るとヘリウムの電子配置, O から見るとネオンの電子配置になっている。

- 不対電子 原子の価電子には, 対をつくっているものと対をつくっていないものがある。この対をつくっていない電子を『不対電子』といい, 共有結合は, 不対電子が原子間で対をつくること, つまり共有電子対をつくることによって形成される。

次に, いくつかの原子の電子式について, 不対電子を ●, 対をつくっている電子を ○ で示す。

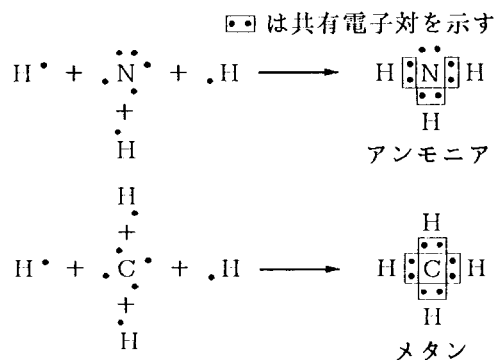


右の図に示すように, アンモニア分子は, 3 個の不対電子をもっている N 原子が, 1 個の不対電子をもつ H 原子 3 個とそれぞれ共有結合をしてできている。

また, メタン分子は, 4 個の不対電子をもっている C 原子が, H 原子 4 個とそれぞれ共有結合をしてできている。

- 塩化水素と塩化ナトリウムの違い

塩化水素 HCl は水に溶けると H^+ と Cl^- のイオンに分かれ, 塩化ナトリウム NaCl も水に溶けると Na^+ と Cl^- のイオンに分かれる。しかし, HCl は H 原子と Cl 原子が共有結合によって結びついた分子であり, NaCl は Na^+ と Cl^- がイオン結合によって結びついたイオンからなる物質であることに注意しよう。したがって, HCl は分子式であるが, NaCl は組成式である。



1 (6311) B02

共有結合について, 次の問いに答えなさい。

- (1) たがいに原子が近づいて, 電子を共有することによって形成される結合を, 何といいますか。
[]
- (2) 共有結合は, おもに金属元素と非金属元素のどちらの原子間で形成されやすいですか。
[]
- (3) 共有結合している各原子の電子配置は, 周期表上で, 何族の元素の原子と同じですか。
[]
- (4) 原子の価電子には, 対をつくっているものと対をつくっていないものがあります。対を

つくっていない電子を何とよびますか。

[]

(5) 共有結合に関与する原子の価電子は、不対電子ですか。それとも、対をつくっている電子ですか。

[]

(6) 共有結合によってできた対になっている電子を何といいますか。

[]

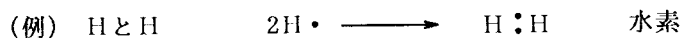
2 (6312) B02

次の原子の電子式をかき、不対電子を○で囲んで示しなさい。

(1) H (2) C (3) N (4) O (5) Cl
[] [] [] [] []

3 (6313) B02

次の(1)~(4)に示した2種の原子間で共有結合の形成される過程を、例にならって電子式で示し、分子の名称も答えなさい。



(1) HとCl

[]

(2) HとO

[]

(3) HとN

[]

(4) HとC

[]

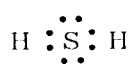
4 (6314) B02

次に示した分子の共有電子対を四角で囲みなさい。

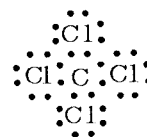
(1) アンモニア

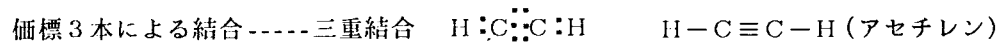
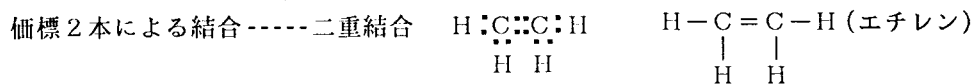
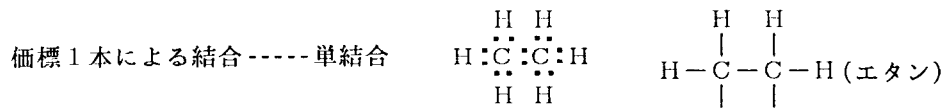


(2) 硫化水素



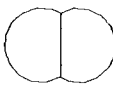

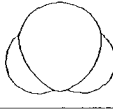
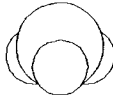

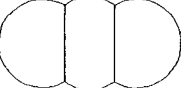
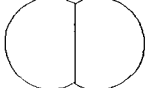
(3) 四塩化炭素





●分子の構造 構造式は分子の中の原子の結合のようすを示したものであって、分子の実際の形を示したものではない。次の図のように、実際には水やアンモニアやメタンの分子は、それぞれ折れ線形、三角すい形、正四面体形をしている。しかし、構造式では平面的にかかれる。

また、分子中の隣り合う2つの結合のなす角を『結合角』といい、結合している原子の中心間を結ぶ距離を『結合距離』という。分子にはそれぞれ固有の構造がある。

名称と分子式	電子式	構造式	分子模型
水素 H ₂	H : H	H—H	 結合距離 0.74 Å 
水 H ₂ O	$\begin{array}{c} \text{H} : \text{O} : \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	 0.96 Å 折れ線形 結合角 104.5°
アンモニア NH ₃	$\begin{array}{c} \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	 三角すい形 1.01 Å 106.7°
メタン CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	 正四面体形 109.5° 1.09 Å
二酸化炭素 CO ₂	$:\text{O}::\text{C}::\text{O}:$	O=C=O	 直線形
窒素 N ₂	$:\text{N}::\text{N}:$	N≡N	

●水分子の電子式と構造式は、右図のようにかいてもよい。



1 (6331) B02

電子式と構造式について、次の問いに答えなさい。

- (1) H—O—H, H—H の式は、共有結合による原子のつながりを表したものです。原子と原子の間を結んでいる線を何といいますか。
[]
- (2) H—O—H, H—H, Cl—Cl のように、価標によって、物質の構造を示した式を何といいますか。
[]
- (3) 共有結合に関与する電子の対を、何とよびますか。
[]
- (4) 価標1本、2本、3本でできている結合を、それぞれ何結合とよびますか。

1本 []

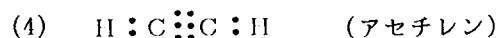
2本 []

3本 []

(5) 構造式で1つの原子から出ている価標の数を何とよびますか。 []

2 (6332) B02

次の電子式で示した物質の構造式を書きなさい。



3 (6333) B02

次の文の [] の中に適当なことばや数字を書き入れなさい。

酸素原子は〔①〕族の元素で〔②〕個の価電子をもっており、そのうち、不対電子は〔③〕個である。また、窒素原子は〔④〕族の元素で、〔⑤〕個の価電子をもっており、そのうち不対電子は〔⑥〕個である。

水分子は、酸素原子と2個の水素原子が、それぞれ不対電子を〔⑦〕個ずつ出し合い、共有結合をしている。この2本の結合はそれぞれ〔⑧〕結合である。

また、酸素分子は、2個の酸素原子がそれぞれ〔⑨〕個ずつの不対電子を出し合い、共有結合をしている。この結合は〔⑩〕結合である。

さらに、窒素分子は、2個の窒素原子がそれぞれ〔⑪〕個ずつの不対電子を出し合い、共有結合をしている。この結合は〔⑫〕結合である。

4 (6334) B02

次の分子の構造を表した分子模型をあとから選び、記号で答えなさい。

(1) CH_4 [] (2) NH_3 [] (3) CO_2 []

(4) H_2O [] (5) O_2 []

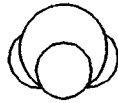
ア



イ



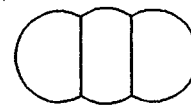
ウ



エ



オ

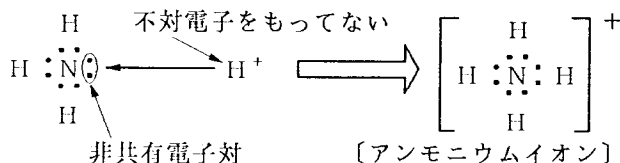


類題トレーニング(6340)

- 学習の視点 配位結合がどのようにして形成されるかがこのテーマのポイントである。具体的な物質を例に示しながら、学習を進める。

テーマ 配位結合

- アンモニウムイオンは、窒素原子の周囲に4個の水素原子が共有結合によって結合した形になっている。これは、アンモニア分子のもつ非共有電子対を水素イオンと共有して結合し、共有結合と同じ形になったものと考えられる。

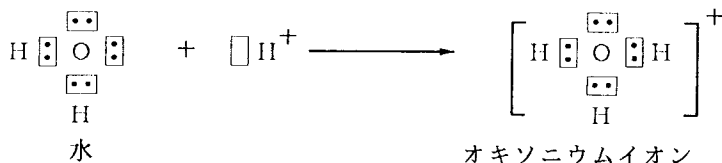


【配位結合】

一方の原子のもつ非共有電子対を、他方の原子との間で共有することによって生じる結合を、『配位結合』という。

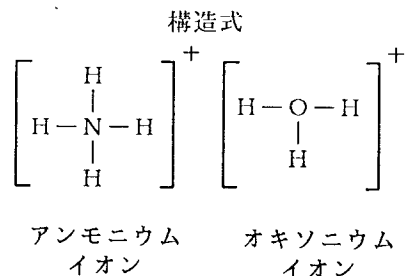
■■ 説明 ■■

- オキシニウムイオン 配位結合は、化合物中で非共有電子対をもつ原子と、不安電子をもたない原子との間で行われる。オキシニウムイオン H_3O^+ は、水分子中の酸素原子の非共有電子対に H^+ が結合し、O と H との間に配位結合を形成したものである。



- 配位結合と共有結合 共有結合は不安電子を出し合って結合を形成するのに対し、配位結合は一方の原子の非共有電子対をもう一方の原子が共有して結合する点異なる。

NH_4^+ や H_3O^+ の中に含まれる1つの配位結合は、これらの中のほかの共有結合に比べて、それができるしくみが異なるだけであって、できた共有結合は全く同じで区別することはできない。たとえば、 NH_4^+ の中の4つの N-H 結合は全く同じ性質をもっていて、そのうちのどの結合が配位結合によってできたものかは、区別することができない。



1 (6341) B02

次の問いに答えなさい。

- (1) 一方の非共有電子対を他方の原子との間で共有することで生じる結合を、何といいますか。
[]
- (2) アンモニウムイオンの場合、配位結合によってつくられた N-H の結合は、共有結合に

よってできていた N-H の結合と区別できないと考えてよいですか。それともいけませんか。

{ }

(3) 配位結合をする一方の原子は、どのような電子をもっていなければなりませんか。次から選び、記号で答えなさい。

(ア) 共有電子対 (イ) 非共有電子対 (ウ) 不対電子

{ }

(4) 次の反応を、電子式で示しなさい。

(ア) NH_3 と H^+ が結合して NH_4^+ になる。

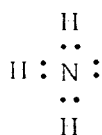
{ }

(イ) H_2O と H^+ が結合して H_3O^+ になる。

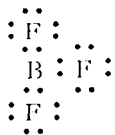
{ }

2 (6342) B02

次の物質の間で配位結合が行われた結果できる化合物を、電子式と構造式で示しなさい。



(アンモニア)



(三フッ化ホウ素)

{ } { }



§ 3 分子結晶と共有結合の結晶

B03

まず、分子には電気的にかたよりのあるものとなないものがあります。これを電気陰性度の概念から考えていきます。

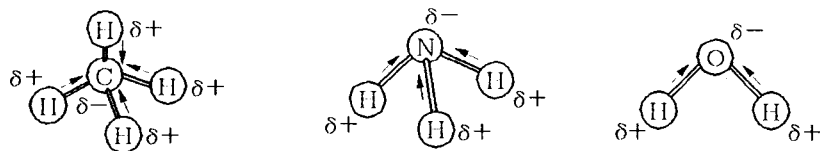
また、共有結合によってできている物質といっても、いくつかの種類があります。たとえば、ダイヤモンドのように、炭素原子間がすべて共有結合によってできている物質や、水分子のように、原子間は共有結合によってできているが、分子間はべつの力によって結合している物質などがあります。ここでは、共有結合と共有結合によってできている分子の間にはたらく力について考えながら、物質の性質についても学習します。

◇考え方のポイント◇

◆電気陰性度

共有結合をしている原子が電子を引きつける強さの尺度を『電気陰性度』という。

◆極性分子と無極性分子



メタン(無極性分子)

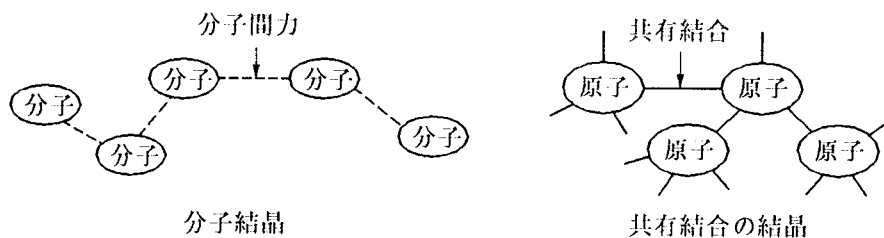
アンモニア(極性分子)

水(極性分子)

分子全体の『極性』は、分子を構成する各原子間の電荷のかたよりと、分子の形によって決まる。

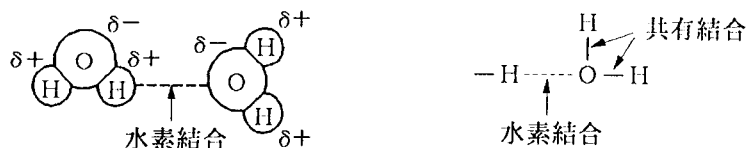
◆分子からなる物質(分子性物質)と共有結合からなる物質

その違いを模式的に示すと、次のようになる。



◆水素結合

水分子の分子間では、O原子とH原子の間に静電的な力がはたらき、『水素結合』をする。



◆分子結晶の性質

一般にやわらかく、昇華性のあるものが多い。融点は低く、電気を通さない。

◆共有結合の結晶の性質

一般に、ひじょうにかたく、融点もきわめて高い。黒鉛以外は、電気を通さない。

1 (0008) 類題 6350 電気陰性度

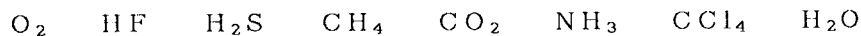
次の表は、原子の電気陰性度の値を示したものです。この値をもとにして、次の問いに答えなさい。

周期 \ 族	1	2	13	14	15	16	17
2	Li 1.0 ●	Be 1.5 ●	B 2.0 ●	C 2.5 ●	N 3.0 ●	O 3.5 ●	F 4.0 ●
3	Na 0.9 ●	Mg 1.2 ●	Al 1.5 ●	Si 1.8 ●	P 2.1 ●	S 2.5 ●	Cl 3.0 ●

- (1) 表の中で、もっとも陰性の強い元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (2) 表の中で、もっとも陽性の強い元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (3) カリウム K の電気陰性度の値は、Na と比較してどのように推定されますか。大きい・小さいで答えなさい。
[]
- (4) 臭素 Br の電気陰性度の値は、Cl と比較してどのように推定されますか。大きい・小さいで答えなさい。
[]

2 (0009) 類題 6360 極性と極性分子

次の8つの化合物について、あとの問いに答えなさい。



- (1) 極性分子はどれですか。すべて答えなさい。
[]
- (2) CH₄ と NH₃ の質量はほぼ同じです。沸点はどちらのほうが高いですか、理由とともに述べなさい。
[]

3 (0010) 類題 6370 分子間力と分子結晶

次のア～キの文の中で、正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 分子性物質は、分子間力とよばれる強い力で分子がたがいに結びついている。
イ 常温で分子結晶の形をとるものには、ヨウ素、ナフタレンなどがある。
ウ 分子結晶は一般に融点が低く、やわらかく、昇華しやすいものが多い。
エ 分子結晶は固体のままだと電気を通さないが、融解して液体にすると電気を通す。
オ ドライアイスは、窒素 N₂ の固体である。
カ 水分子は極性分子で、分子内に電荷のかたよりがあるため、水分子間で水素結合を生じる。
キ 水分子の水素結合は、ほかの分子性物質の分子間力よりも弱いため、沸点は比較的高い。
[]

4 (0011) 類題 6380 共有結合の結晶

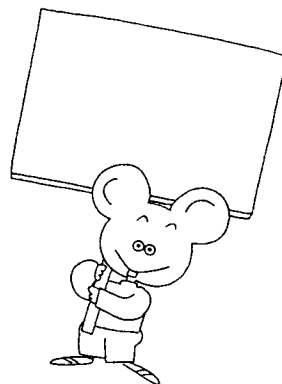
次の文は共有結合の結晶について述べています。正しいものをすべて選び出し、記号で答えなさい。

- ア ダイヤモンドはきわめてかたく、融点も高い。また、電気を通さない。
イ 黒鉛はやわらかく、薄片にはがれやすい。また、電気を通さない。
ウ ダイヤモンドは、1個の炭素原子の周りを3個の炭素原子が正四面体を形づくってとり囲み、次々に結合して、1つの巨大分子を形成している。

エ 黒鉛は、炭素原子が3個の価電子を使って正六角形の網目状に結合して、巨大な層状分子を形成し、それが多数重なった構造をしている。

オ 二酸化ケイ素は、黒鉛と似た構造をしている。

[]



類題トレーニング(6350)

- 学習の視点 イオン化エネルギーや電子親和力は、原子の陽性・陰性を考える際に、たいへん重要なデータを提供してくれることは、今まで学習してきたとおりである。しかし、それらのデータはとり扱い上不便な点が多く、実用的ではない。そのため、電気陰性度という値がポーリングによって考案された。ここではとくに、ポーリングのデータをもとに電気陰性度について学習する。

■■■■■ テーマ 電気陰性度 ■■■■■

- 小さな原子は、大きな原子より電子を引きつけやすい。
- 電子が多くはいっている電子殻をもつ原子は、電子がわずかしかはいっていない電子殻をもつ原子より、電子を引きつけやすい。
- 原子が電子を引きつける傾向の度合いとして、イオン化エネルギーと電子親和力から電気陰性度が導かれた。電気陰性度を各元素について求めると、表のようになる。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	H 2.1																
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
3	Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5

おもな元素の電気陰性度 [ポーリングの値]

【電気陰性度】

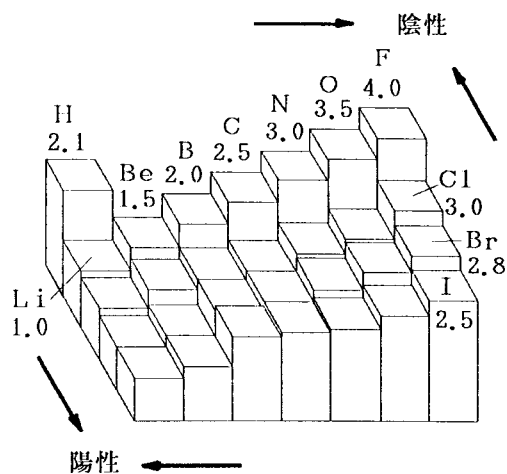
共有結合をしている原子が電子を引きつける強さの尺度を、『電気陰性度』という。

■■ 説明 ■■

- 電気陰性度 電気陰性度は、原子の電氣的陰性（電子を引きつける傾向）の度合いを簡単な数値で表したものである。

金属元素とよばれる元素の電気陰性度は一般に小さな値であり、非金属元素（希ガスは除く）の電気陰性度は一般に大きな値を示す。

●電気陰性度と周期表 右の図のように、電気陰性度の値を柱で表してみると、典型元素では、電気陰性度の値は族の番号が増すにつれて増加していることがわかる。一方、周期の番号が増すと、電気陰性度の値は減少している。したがって、周期表の右上にある元素ほど陰性が強く、左下にある元素ほど陽性が強い傾向があるといえる。



また、遷移元素では、電気陰性度の値は元素によってあまり変化がない。さらに、18族の希ガス元素は安定で電子を引きつけないので、電気陰性度の値はない。

●電気陰性度とイオン化傾向 金属が、水または水溶液中で陽イオンになるときのなりやすさをイオン化傾向という。金属をイオン化傾向の大きい順に並べたものを、金属のイオン化列といい、 $K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > H_2 > Cu > Hg > Ag > Pt > Au$ のように配列する(水素は金属ではないが、陽イオンになるので配列に加えてある)。これは、電気陰性度の小さい順に配列したものと、ほぼ一致する。

●イオン化傾向については、第9章「酸化還元反応」でくわしく学習する。

1 (6351) B03

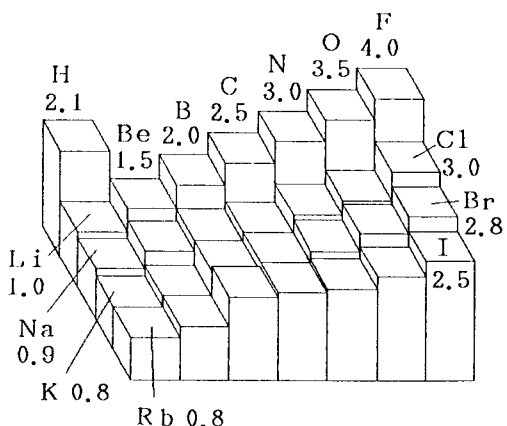
電気陰性度について、次の問いに答えなさい。

- (1) 共有結合をしている原子が電子を引きつける強さの尺度を何といいますか。
[]
- (2) 電気陰性度の値の大きな元素は、陽性・陰性のどちらの傾向が強い元素ですか。
[]
- (3) 陽性元素では、電気陰性度の値は、ほかの陰性元素に比べて大きいですか、それとも小さいですか。
[]
- (4) 一般に、金属元素の電気陰性度の値は、非金属(希ガスを除く)に比べて大きいですか、それとも小さいですか。
[]
- (5) 金属のイオン化列の先頭のカリウムは、他の金属元素に比べて、電気陰性度の値は大きいですか、それとも小さいですか。
[]

2 (6352) B03

右の図は、周期表の一部分の元素の電気陰性度の値を柱の体積の大きさで表したものです。これについて、次の問いに答えなさい。

- (1) 同じ周期の元素の電気陰性度を比較すると、どのようなことがいえますか。
[]
- (2) 第2周期でもっとも陰性の強い元素はどれですか。元素名で答えなさい。
[]
- (3) 同族元素の電気陰性度を比較すると、どのよ



うなことがいえますか。

[]

(4) リチウムとナトリウムとでは、どちらが陽性の強い元素といえますか。

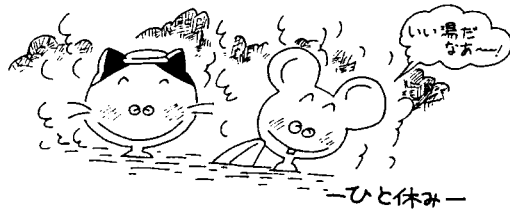
[]

(5) この図中で、もっとも陰性の強い元素の元素名と、その含まれる族を答えなさい。

元素名 [] 族 []

(6) この図中で、もっとも陽性の強いすべての元素の元素名と、その含まれる族を答えなさい。

元素名 [] 族 []



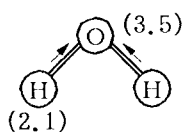
類題トレーニング(6360)

- 学習の視点 分子からなる物質は、分子内に電気的なかたよりがあるものとなないものに分けられる。これは、どういう理由によるものかをくわしく学習する。

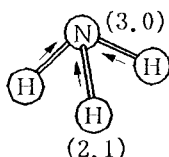
■■■■ テーマ 極性と極性分子 ■■■■

- 水やアンモニア、メタンなどの分子では、電気陰性度に差のある原子が共有結合をしているため、共有電子対が電気的に陰性の強い原子の側に引き寄せられて存在する。そのため、下の図のように、水やアンモニアの原子では、分子内に電気的なかたよりを生じるが、メタンの分子ではそれがない。

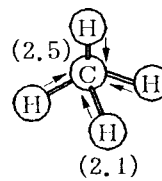
図中の()は電気陰性度の値、矢印は共有電子対の引かれる方向を示す。



水



アンモニア



メタン

【極性】

共有結合をしている部分の共有電子対が一方の原子の側にかたよっている場合、『その共有結合には極性がある』という。

分子全体として電荷にかたよりがある場合、『その分子には極性がある』という。

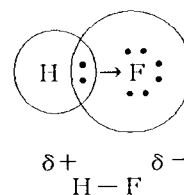
【極性分子】

分子全体として極性があるものを『極性分子』といい、極性がないものを『無極性分子』という。結合部分に極性があっても、分子全体として極性がなければ、無極性分子である。極性分子か無極性分子かは、分子内の各結合の極性と分子の形で決まる。

■■ 説明 ■■

- 結合の極性 H_2 や Cl_2 のように同種の原子が結合している共有電子対は、どちらの原子核にもかたよることなく、同等に共有されている。しかし、電気陰性度に差のある原子どうしの共有結合では、共有電子対が電気陰性度の大きい原子の側に引き寄せられて存在し、その結果、原子の間では電荷にかたよりが生じる。

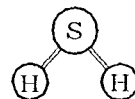
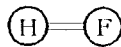
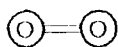
共有電子対がフッ素のほうに引き寄せられる。



たとえば、右の図のようにフッ化水素の分子では共有電子対が、電気陰性度の小さい H 原子から電気陰性度の大きい F 原子のほうへ、より強く引きつれられている。そのため、F 原子はわずかに負の電荷 (δ^-) を帯び、H 原子はわずかに正の電荷 (δ^+) を帯びる。このように、共有結合に電荷のかたよりがある場合、その共有結合には極性があるという。

- わずかに帯びた正または負の電荷を、 δ^+ または δ^- で表す。

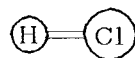
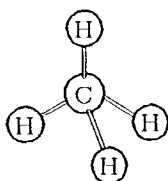
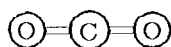
- (3) 分子全体について電荷のかたよりが無い場合、この分子を何分子といいますか。
[]
- (4) 2原子分子では、結合部分に極性があれば、極性分子であるといえますか。
[]
- (5) 3原子以上の分子の場合、結合部分に極性があれば、極性分子であるといえますか。
[]
- (6) 次の(ア)～(カ)の分子が極性分子か無極性分子かを、それぞれの模型図から判断して答えなさい。
(ア) O_2 (イ) HF (ウ) H_2S



(エ) CO_2

(オ) CH_4

(カ) HCl



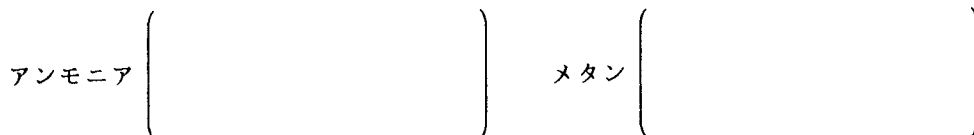
- (ア) [] (イ) [] (ウ) []
(エ) [] (オ) [] (カ) []

- (7) 一般に、極性分子からなる物質は、無極性分子からなる物質に比べて、沸点は高いですか、低いですか。
[]

2 (6362) B03

アンモニアとメタンについて、次の問いに答えなさい。

- (1) アンモニアとメタンの分子の構造は、どのようになっていますか。立体的な模式図で示しなさい。



- (2) $N-H$, $C-H$ のそれぞれの結合に、極性はありますか。それとも、ありませんか。それぞれ答えなさい。

$N-H$ [] $C-H$ []

- (3) アンモニアとメタンは、それぞれ極性分子か無極性分子かを判定しなさい。

アンモニア [] メタン []

- (4) 以上のことと、アンモニアとメタンでは質量がほぼ等しいことから、どちらが沸点が高いか推定しなさい。

[]

類題トレーニング(6370)

- 学習の視点 分子からできている物質の分子間にはたらく力はどうなものか、考えていく。

■■■■■ テーマ 分子間力と分子結晶 ■■■■■

- イオン結晶が高い融点や沸点を示したのに比べて、分子からなる物質(分子性物質)は右の表に示すように、融点、沸点が低く、常温で気体または液体として存在するものが多い。

分子からなる物質の融点と沸点

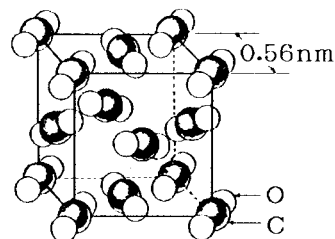
化合物	分子式	融点 [°C]	沸点 [°C]
水	H ₂ O	0	100
アンモニア	NH ₃	-78	-33
メタン	CH ₄	-183	-161
酸素	O ₂	-218	-183
ベンゼン	C ₆ H ₆	6	80
ナフタレン	C ₁₀ H ₈	81	218
二酸化炭素	CO ₂	-57 (5.2atm)	-79 (昇華)

【分子間にはたらく力】

水素 H₂、二酸化炭素 CO₂、ヨウ素 I₂ などの無極性分子からなる物質は、液体や固体の状態では分子間にはたらく『分子間力』とよばれる弱い力で分子がたがいに結びついている。また、水 H₂O やアンモニア NH₃ などの極性分子は静電的な引力(水素結合)によって分子がたがいに結びついている。

【分子結晶の性質】

多数の分子が規則正しく配列してできた結晶を『分子結晶』という。分子結晶は、一般に融点が低く、やわらかい。ヨウ素 I₂、ナフタレン C₁₀H₈、ドライアイス(CO₂の固体)のように昇華しやすいものが多い。また、固体のままでも融解して液体にしても、電気を通さない。

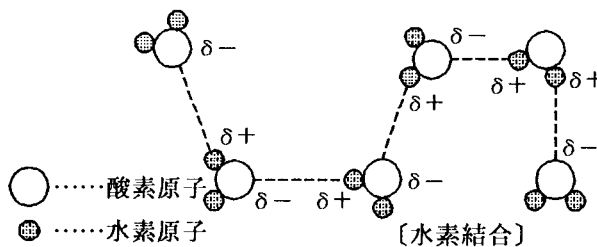


ドライアイス中の二酸化炭素分子の配列

■■ 説明 ■■

- 分子間力 『ファンデルワールス力』ともよばれ、近距離にある分子どうしの引力としてはたらくき、その強さは距離の7乗に反比例するとされている。分子間力はすべての分子からなる物質(分子性物質)の分子間にはたらくが、この力による結びつきは、イオン結合や共有結合に比べるとはるかに弱い。

- 水と水素結合 右の図のように、水分子は折れ線形をした極性分子であり、H原子はδ+、O原子はδ-に帯電している。

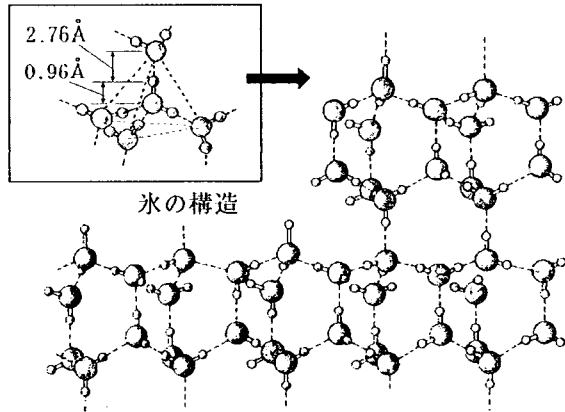


このため、水分子の間には、O原子とH原子の間で右の図の点線で示すような静電気力がはたら

く。この力による結びつきを、とくに『水素結合』という。この結合力は、イオン結合や共有結合に比べると、はるかに弱いですが、分子間力に比べると強い。したがって、水分子はほかの分子からなる物質(分子性物質)に比べて、比較的高い融点・沸点を示す。

- 水素結合は、分子間力の特別な場合だと考えてよい。

右に、氷の構造を示す。1個の水分子が、水素結合によってほかの4個の水分子からとり囲まれ、正四面体を形づくり、次々と規則正しく配列している。このためすきまの多い構造となっている。氷が液体の水より密度が小さく、水に浮くのは、このためである。



また、極性分子では、分子間に静電的な引力がはたらくが、すべての極性分子が水素結合をするわけではない。極性分子の中でも、とくに電気陰性度が大きい、F、O、Nの原子をもつ、フッ化水素 HF、水 H₂O、アンモニア NH₃などが水素結合をするのである。

●水素結合については、第4章「物質の状態変化」で、くわしく学習する。

1 (6371) B03

次の各問いに答えなさい。

- (1) 分子結晶は、分子間にはたらく比較的小さな力によって結びつけられていますが、その力を何といいますか。
[]
- (2) 分子結晶は、一般にかたいですか。それともやわらかいですか。
[]
- (3) 分子結晶は、一般に融点は高いですか。それとも低いですか。
[]
- (4) 分子結晶は電気を通しますか。それとも通しませんか。
[]
- (5) 水分子は、ほかの分子性物質に比べると、比較的高い融点・沸点を示します。これは、水分子間にどのような結合が形成されているからですか。
[]
- (6) 分子間力による分子の結合や水素結合の強さは、イオン結合や共有結合に比べるとどうですか。
[]
- (7) 水素結合の強さは、分子間力による分子の結合に比べると、どうですか。
[]

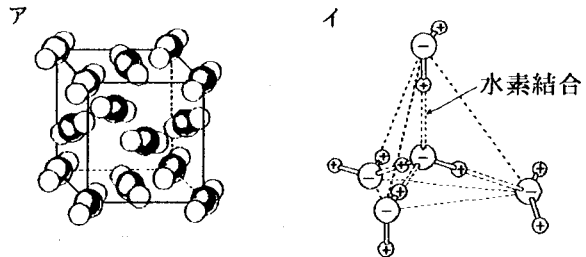
2 (6372) B03

右の図を見て、次の問いに答えなさい。

- (1) ア、イは何の物質でしょうか。次の中から選びなさい。

食塩	水	ドライアイス
----	---	--------

- ア []
イ []
- (2) アの分子は極性分子ですか。それとも無極性分子ですか。
[]
 - (3) アの分子どうしを結びつけている力を何といいますか。
[]
 - (4) イの分子は2種類の原子からできており、それぞれ δ+ と δ- に帯電しています。2種



類題トレーニング(6380)

- **学習の視点** 原子が共有結合によって、次々と結びつき、1つの巨大分子を構成しているような結晶について学習する。

■■■■■ **テーマ** 共有結合の結晶 ■■■■■

- **ダイヤモンドと黒鉛は**ともに炭素からなる同素体で、多数の炭素原子が共有結合をして巨大分子を形成している。しかし、その構造は右の図に示すように、まったく異なる。

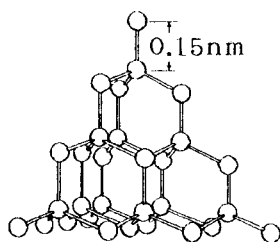


図1 ダイヤモンドの構造

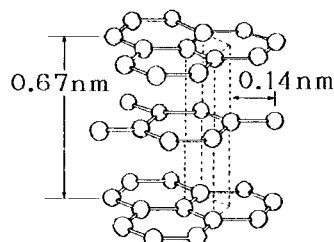


図2 黒鉛の構造

【共有結合の結晶】

多数の原子が共有結合によって、規則正しく配列してできた結晶を『共有結合の結晶』という。共有結合の結晶はきわめて融点が高く、ひじょうにかたいものが多い。また、水や溶媒に溶けにくく、電気を通さないものが多い。

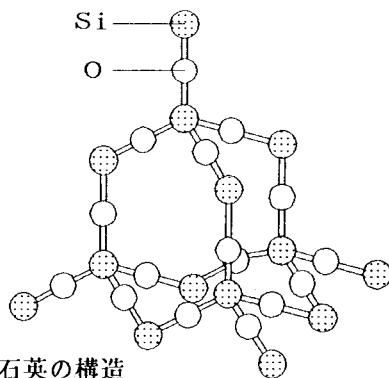
■■■ **説明** ■■■

- **ダイヤモンド** ダイヤモンドは炭素の結晶である。テーマの図1に示すように、炭素原子が4個の価電子を全部使って、1個の炭素原子の周りを4個の炭素原子が正四面体を形づくってとり囲み、次々と共有結合で結びついて、1つの巨大分子を形成している。共有結合はひじょうに強く、結晶中のすべての炭素原子がこの結合で結び合わされたダイヤモンドはひじょうにかたい。また、無色透明で融点が高く、電気伝導性がない。
- **黒鉛** 黒鉛は炭素のもう一つの同素体である。テーマの図2に示すように、炭素原子が3個の価電子を使って、正六角形の網目状に結合し、巨大な層状分子を形成し、それが多数重なった構造をしている。層中のC-C間の結合は共有結合である。一方、重なり合った層を結びつけているのは分子間力で、この力が弱いために、各層はたがいにすべり合うことができる。このため、黒鉛はやわらかく、薄片にはがれやすい。また、黒鉛では、炭素原子の4個の価電子のうちの残った1個は層状構造にそって動くことができるので、黒鉛は電気の導体である。

なお、ダイヤモンドは空気のないところで長時間2000℃以上に加熱すると、原子の配列を変えて黒鉛となる。

- **二酸化ケイ素** 二酸化ケイ素は、組成式SiO₂で表される化合物であり、その結晶は石英とよばれる。ダイヤモンドのC-C結合のかわりに、Si-O-Si結合でおきかえた構造をもつ。右の図のように、石英の結晶もダイヤモンドと同様に、全体が巨大な分子を構成している。石英はかたく、融点も高い。

このほかケイ素Si、炭化ケイ素SiCも似たような構造をしている。



石英の構造

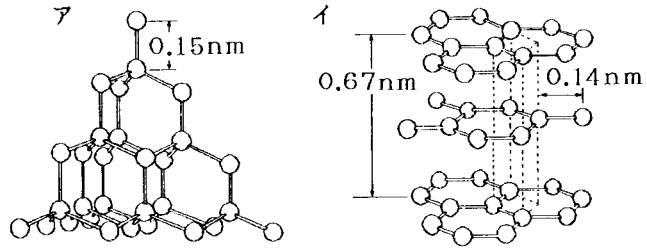
1 (6381) B03

次の各問いに答えなさい。

- (1) 多数の原子が共有結合によって、規則正しく配列してできた結晶を何といますか。
[]
- (2) 共有結合の結晶の融点は、高いものが多いですか。それとも低いものが多いですか。
[]
- (3) 共有結合の結晶はかたいものが多いですか。それともやわらかいものが多いですか。
[]
- (4) 共有結合の結晶は、水や溶媒に溶けやすいですか。それとも溶けにくいですか。
[]
- (5) 共有結合の結晶は、電気を通すものが多いですか。それとも通さないものが多いですか。
[]
- (6) 共有結合の結晶を3つあげなさい。
[] [] []

2 (6382) B03

右の図に示す結晶は、ともに炭素原子のみからできています。これについて、次の問いに答えなさい。



- (1) ア、イはそれぞれ何という物質ですか。
ア []
イ []
- (2) アとイのような物質をたがいに何といますか。
[]
- (3) それぞれの炭素原子は、何という結合で結びついていますか。
[]
- (4) アの結晶は、1つの炭素原子が何個の炭素原子と結びついていますか。
[]
- (5) イの結晶は、1つの炭素原子が何個の炭素原子と結びついていますか。
[]
- (6) イの結晶の層状構造を結びつけている分子間力は、強いですか、それとも弱いですか。
[]

3 (6383) B03

共有結合の結晶について、次の問いに答えなさい。

- (1) 炭素の結晶であるダイヤモンドは、きわめてかたく、融点も高い。この理由を述べなさい。
[]
- (2) 炭素の結晶である黒鉛は、やわらかく薄片にはがれやすい。この理由を述べなさい。
[]
- (3) 黒鉛が電気をよく通す理由を述べなさい。
[]

memo



§ 4 金属結合と金属結晶

B04

いままで、イオン結合、共有結合、および配位結合について学習してきました。化学結合にはこのほかに金属結合があります。金属のもつ展性・延性や電気伝導性などは、金属結合とどのようなかわりがあるのでしょうか。ここでは、金属結合と金属の性質を中心に学習し、そのあと、これまで学習してきた4種類の結晶の性質を比較してまとめます。

◇考え方のポイント◇

◆金属結合

『金属結晶』では、自由電子が、周囲の全原子の間で共有され、金属原子の陽イオンを結びつけている。

◆金属結晶の性質

金属光沢、展性・延性、電気伝導性、熱伝導性

◆結晶の種類と性質

結晶の種類と性質

	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶	金属結晶
構成粒子	陽イオンと陰イオン	分子	原子	陽イオンと自由電子
結合の種類	イオン結合	分子間力 静電気力	共有結合	金属結合
融点	高い	低い	きわめて高い	いろいろな値をもつものがある
機械的性質	かたくもろい	やわらかい	一般に 硬い	展性・延性
電気伝導性	固体は通さない が液体は通す	通さない	通さない (黒鉛は通す)	通す
例	NaCl NaOH (組成式)	CO ₂ (ドライアイス) I ₂ , H ₂ O(氷) (分子式)	C(ダイヤモンド, 黒鉛) SiO ₂ (組成式)	Na, Cu, Ag (組成式)

I (0012) □ 類題 6390 金属結合と金属結晶

A, B, C の3つの結晶があります。それぞれの結晶について調べた結果、次の表のようになりました。あとの問いに答えなさい。

結晶	金づちでたたいた場合	融解したときの電気伝導性	固体の電気伝導性	融点
A	つぶれて変形した	電気を通す	ある	高い
B	割れた	電気を通す	なし	高い
C	割れた	電気を通さない	なし	低い

- (1) A は、イオン結晶、分子結晶、金属結晶のうちのどれですか。
[]
- (2) B は、イオン結晶、分子結晶、金属結晶のうちのどれですか。
[]
- (3) C は、イオン結晶、分子結晶、金属結晶のうちのどれですか。
[]
- (4) 3つの結晶が、ドライアイス、銅、塩化ナトリウムであったとすると、それぞれの物質は、A、B、Cのどれに相当しますか。
A []
B []
C []
- (5) 自由電子の関係する結晶は、A、B、Cのうちのどれですか。
[]
- (6) ドライアイス、銅、塩化ナトリウムのうち、金属結晶である物質の化学式を示しなさい。
[]

2 (0013) ●類題 6400 いろいろな結晶の性質

次の表は、いろいろな結晶について性質を比較したものです。表中の(1)~(4)については、あてはまる用語を記入しなさい。また、(5)~(24)については、あとの語群からもっともあてはまるものを選び、文章または物質名を記入し、表を完成させなさい。

性質	結晶 (1)	共有結合の結晶 (3)	イオン結晶 (4)	(2)
結合力	分子間力			金属結合
融点	(5)	(6)	(7)	一般に高いが低いものもある。
電気伝導性	電気伝導性なし	(8)	(9)	(10)
かたさ	(11)	(12)	(13)	(14)
水への溶解性	水に溶けるものも、溶けないものもある。	(15)	(16)	水に溶けない。(水と反応するものはある。)
具体例	(17)	(19)	(21)	(23)
	(18)	(20)	(22)	(24)

[語群] 融点……………きわめて高い。 高い。 低い。
電気伝導性……一般に電気伝導性なし。 電気伝導性あり。
結晶は電気を通さないが、加熱融解すると電気を通す。
かたさ……………一般にかたくもろい。 一般にやわらかい。
展性・延性がある。 一般にきわめてかたい。
水への溶解性…水に溶けない。 水に溶けるものが多い。
具体例……………塩化ナトリウム ドライアイス 銅 水酸化ナトリウム
ダイヤモンド ナフタレン ナトリウム 二酸化ケイ素



類題トレーニング(6390)

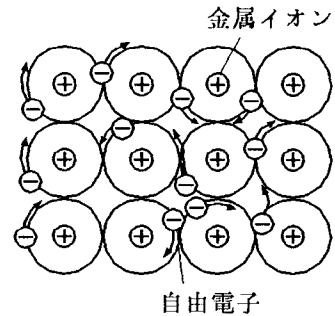
- 学習の視点 金属結合とはどのような結合であるか、また、金属結合によってできている結晶がどのような性質をもっているかについて学習する。

==== テーマ 金属結合と金属結晶 =====

- 金属は、金属光沢をもち、電気や熱をよく導き、うすく上げられる性質や引き延ばされる性質がある。これらの特徴は、金属原子のイオン結合や共有結合と異なる特殊な結合のしくみと関係があると考えられる。

【金属結合】

金属原子が価電子を放って陽イオンとなり、放出された電子を周囲の陽イオンが共有することによって結びついているものを『金属結合』という。共有されている電子は『自由電子』とよばれ、右の図のように、陽イオンの配列の中を自由に動き回っている。



【金属結晶の性質】

金属結晶(金属)は、自由電子をもつという特性から、金属光沢をもち、電気や熱の良導体で、『展性(うすく上げられる性質)・延性(引き延ばされる性質)』がある。また、融点は一般に高いが、Hgのように低いものもある。

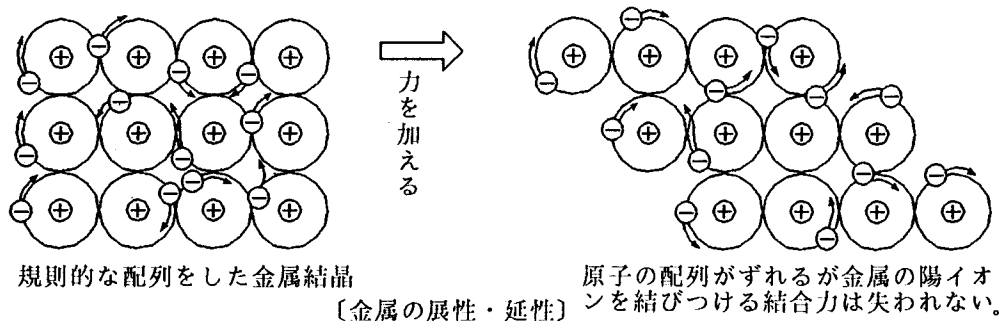
【化学結合】

すでに学習したイオン結合、共有結合(配位結合を含む)および金属結合を総称して『化学結合』という。

■■ 説明 ■■

- 自由電子と金属結合 金属結合は、原子どうしで電子を共有するという意味で、共有結合に似ているともいえるが、金属原子の価電子はいずれも4個以下で、2個の原子が1対の電子を共有して希ガス型の電子配置になることは不可能である。そのため、1個の金属原子は、それをとり囲んで接しているすべての原子と電子を共有することによって、希ガス型の電子配置をとるものと考えられる。共有される電子は、特定の原子間に固定されるのではなく、自由に動き回ることによって金属中の全原子に共有されているとも考えてよく、自由電子とよばれる。
- 金属結晶の性質と金属結合 金属結合は、自由電子による結合であるため、共有結合のように電子対を形成することもなく、結合に方向性はない。原子間の結びつきは強いが、共有結合ほどではない。

金属結晶の展性・延性のような性質は、次の図に示すように、結晶に力が加えられて、原子がずれても、自由電子が存在するために結合力が保たれるからである。



また、金属結晶は一般に、電気や熱をよく導くが、これは自由電子が特定の陽イオンに結びつかず、自由に動き回ることができるため、電荷や熱エネルギーの移動が容易に行われるからである。

また、水銀 Hg は金属の中で唯一、常温で液体であり、融点は -38.86°C である。

- 金属と化学式 金属の結晶は、原子が規則正しく配列されている。このため、金属を表すのに分子式は用いず、組成式で示す。

たとえば、銅は、銅原子だけでできているので、組成式では Cu と書く。

1 (6391) B04

金属結合と金属について、次の問いに答えなさい。

- (1) 金属原子が、放出されて自由に動き回る状態になった価電子を共有することによって結びついた結合を、何結合といいますか。
[]
- (2) 金属の中を、すべての原子に共有されているかのように自由に動き回ることでできる電子を、何といいますか。
[]
- (3) 金属の結晶は、展性・延性にとんでいるといえますか。
[]
- (4) 金属の結晶は、電気・熱の良導体であるといえますか。
[]
- (5) 金属の結晶が示す特性は、何に起因するものですか。次の(ア)~(エ)から選びなさい。
(ア) 金属イオンが存在すること。
(イ) 金属結合は、ほかの化学結合よりも強固であること。
(ウ) 金属結合は、自由電子が存在する結合であること。
(エ) 金属原子は、結晶の中を自由に動き回れること。
[]
- (6) 金属結晶を化学式で表すには、分子式、イオン式、組成式のうち、いずれを用いますか。
[]

2 (6392) B04

次の文の [] の中に、あてはまることばを書き入れなさい。

金属結合と共有結合を比較すると、原子が〔①〕を共有して結合する点は同じだが、〔②〕結合の場合、共有した〔①〕は〔③〕とよばれ、結晶の中を自由に動き回ることができる。〔③〕が存在するため、〔②〕結合による結晶は、〔④〕や熱の伝導性に富み、原子の配列が変形しても結合力が保たれる。そのために、うすく広げられる性質である〔⑤〕や引き延ばされる性質である〔⑥〕をもつことになる。

- (5) 展性・延性がある。 []
- (6) この結晶としては、氷やドライアイスが代表的な例としてあげられる。 []

2 (6402) B04

次の物質について、以下の問いに答えなさい。

ダイヤモンド 塩化ナトリウム ドライアイス 氷 銅

- (1) イオン結晶はどれですか。 []
- (2) 分子結晶のうち、水素結合により分子間が結びつけられているのはどれですか。 []
- (3) 共有結合の結晶はどれですか。 []
- (4) 融点のもっとも高いものはどれですか。 []
- (5) 固体では電気伝導性がないが、融解すると電気伝導性をもつものはどれですか。 []
- (6) 陽イオンが自由電子により結びつけられているものはどれですか。 []

3 (6403) B04

次の(1)~(4)の結晶について、次の A~F 群の中から対応するものを1つずつ選び、記号で答えなさい。

(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] 構成粒子

ア 分子 イ 原子 ウ 陽イオンと自由電子 エ 陽イオンと陰イオン

[B 群] 結合の種類

ア 金属結合 イ イオン結合 ウ 分子間力 エ 共有結合

[C 群] 融点

ア 低い。 イ 高い。 ウ きわめて高い。

エ いろいろな値をもつものがある。

[D 群] 機械的性質

ア 展性・延性がある。 イ かたくもろい。

ウ やわらかく昇華性のあるものが多い。 エ 一般にひじょうにかたい。

[E 群] 電気伝導性

ア 固体状態では電気を通さないが、融解すると電気を通す。

イ 黒鉛以外は、電気を通さない。

ウ 電気を通さない。

エ 電気をよく通す。

[F 群] 物質の例

ア 銀 イ ダイヤモンド ウ ヨウ素 エ 塩化カリウム

	A 群	B 群	C 群	D 群	E 群	F 群
(1)						
(2)						
(3)						
(4)						

§ 5 結晶格子

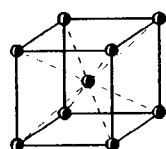
B05

§ 1 でイオン結晶の結晶格子について少しふれました。§ 5 では金属結晶の結晶格子についてくわしく学習し、金属原子1個の質量の求め方も練習します。

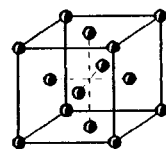
結晶格子の単位格子中に含まれる原子の数を求められるようにしましょう。

◇考え方のポイント◇

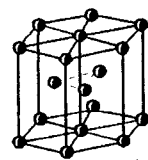
◆金属結晶と結晶格子



体心立方格子



面心立方格子



六方最密構造

それぞれの単位格子に含まれる原子数は、次のとおりである。

体心立方格子…… 2 個

面心立方格子…… 4 個

六方最密構造…… 2 個

◆金属原子1個の質量の求め方(体心立方格子と面心立方格子の場合)

単位格子1辺の長さ…………… l [cm]

結晶の密度…………… d [g/cm³]

単位格子内の粒子数…………… n [個]

とすると、金属原子1個の質量 m [g] は、
$$m = \frac{l^3 \times d}{n} \text{ [g]}$$

1 (0014) □ □ ●類題 6410 金属結晶と結晶格子

次の(1)~(3)の元素が金属結晶をつくるとき、原子の配列を示す結晶格子の図をかき、結晶格子の名称と単位格子に含まれる原子の数を答えなさい。

(1) Na, K, Fe

(2) Al, Cu, Ag

(3) Mg, Zn

<div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>名称 []</p> <p>原子の数 []</p>	<div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>名称 []</p> <p>原子の数 []</p>	<div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>名称 []</p> <p>原子の数 []</p>
---	---	---

2 (0015) □ □ ●類題 6420 金属結晶の原子1個の質量

ある金属の結晶を X 線で調べたところ、その単位格子は一辺が 4.3×10^{-8} cm の立方体をしていました。また、密度は 0.97 g/cm³ で、原子1個の質量は 3.8×10^{-23} g です。この金属の結晶格子を次のア~ウの中から選び、記号に○をつけなさい。

類題トレーニング(6410)

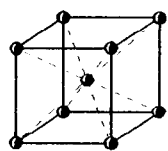
- 学習の視点 金属結合によってできている金属結晶は、金属の種類によって原子が一定の配列をしている。金属の結晶は、どのような結晶格子をとっているのが、この学習のポイントである。

テーマ 金属結晶と結晶格子

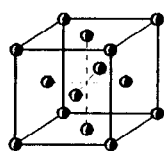
- 金属結晶の原子の配列を X 線を使って調べてみると、各原子ができるだけ多くの原子に等距離に囲まれるような配列になっている。

【金属結晶の結晶格子】

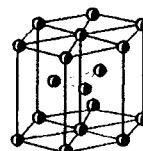
金属結晶では、各金属原子を多くの原子がとり囲むように、規則正しく配列している。結晶格子には、『体心立方格子』、『面心立方格子』、『六方最密構造』などがあり、金属の種類により結晶格子の種類は異なる。



体心立方格子
(Na, K, Fe など)



面心立方格子
(Al, Cu, Ag など)



六方最密構造
(Mg, Zn など)

■■ 説明 ■■

● 結晶格子

◇ 体心立方格子……立方体の各頂点と立方体の中心に金属原子が存在する配列をいう。体心立方格子の単位格子内に存在する粒子の数は、『2 個』である。これは、立方体の頂点にある原子は、8 組の単位格子に共有されているので $\frac{1}{8}$ 個と考え、また立方体の中心にまるまる 1 個の原子があるから、次のように計算して得られる。ほかの結晶格子についても同様に計算できる。

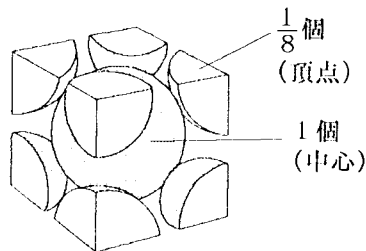
$$\frac{1}{8} \text{ 個分 (頂点)} \times 8 + 1 \text{ 個分 (立方体の中心)} = 2 \text{ 個分}$$

◇ 面心立方格子……立方体の各頂点と立方体の 6 つの面の中心に金属原子が存在する配列をいう。面心立方格子の単位格子内に存在する粒子の数は、『4 個』である。これは、立方体の頂点にある原子は体心立方格子と同様に $\frac{1}{8}$ 個、面の中心にある原子は $\frac{1}{2}$ 個と考えて、次のように計算して得られる。

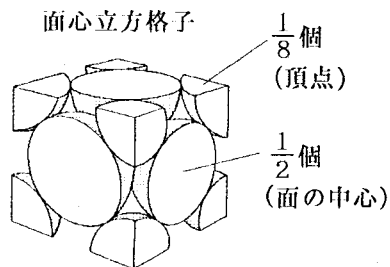
$$\frac{1}{8} \text{ 個分 (頂点)} \times 8 + \frac{1}{2} \text{ 個分 (面の中心)} \times 6 = 4 \text{ 個分}$$

◇ 六方最密構造……六方最密構造は、次の図のように 3 つの層から構成されている。第

体心立方格子



面心立方格子

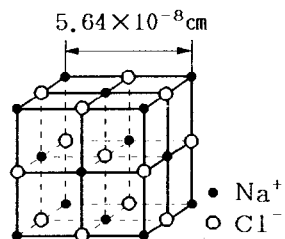


類題トレーニング(6430)

- 例題の視点 イオン結晶の結晶格子について学習する。単位格子内に含まれる粒子数、結晶の密度を理解し、求めることが例題のポイントである。

===== 基本例題 ===== イオン結晶の密度 =====

塩化ナトリウムの結晶では、 Na^+ と Cl^- とが交互に規則的に配列しています。右の図は、その単位格子を示したものです。単位格子の1辺の長さは、 $5.64 \times 10^{-8} \text{ cm}$ です。塩化ナトリウムの密度は、何 g/cm^3 になりますか。答えは有効数字3けたで求めなさい。



ただし、 Na^+ と Cl^- 1個の質量はそれぞれ、 $3.83 \times 10^{-23} \text{ g}$ 、 $5.90 \times 10^{-23} \text{ g}$ とします。

=====

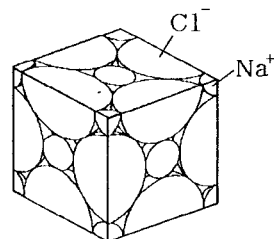
- 1つの単位格子には、同数の Na^+ と Cl^- が含まれている。

■■■ 考え方 ■■■

密度を知るためには、体積と質量がわからなくてはならない。 密度 = $\frac{\text{質量}}{\text{体積}}$ [g/cm^3]

この結晶の単位格子の体積は、 $(5.64 \times 10^{-8})^3$ [cm^3] である。

この体積中に含まれる粒子の質量を次に考える。ナトリウムイオンだけについて、単位格子内に含まれる粒子の数を求めてみると、 Na^+ は単位格子の各頂点と面の中心に位置するので、単位格子の中に含まれる部分を右の図のように考えて、



塩化ナトリウムの単位格子

$$\frac{1}{8} \text{ 個分 (頂点)} \times 8 + \frac{1}{2} \text{ 個分 (面の中心)} \times 6 = 4 \text{ 個分}$$

1つの単位格子の中には Na^+ と Cl^- が同じ数だけ含まれているはずだから、 Cl^- も4個含まれている。 Na^+ と Cl^- 4個分の質量を求め、単位格子の体積とから、密度を求めることができる。

■■■ 解答 ■■■

単位格子の体積は、 $(5.64 \times 10^{-8})^3$ [cm^3] である。

単位格子内の粒子の質量は、単位格子内に4個の Na^+ と4個の Cl^- とが含まれているので、 $(3.83 \times 10^{-23} + 5.90 \times 10^{-23}) \times 4$ [g] となる。したがって、

$$\text{密度} = \frac{(3.83 \times 10^{-23} + 5.90 \times 10^{-23}) \times 4}{(5.64 \times 10^{-8})^3} = 2.169 \dots \approx 2.17 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

答え 2.17 g/cm^3

□ここがポイント!□

塩化ナトリウムの単位格子には、同数の Na^+ と Cl^- が含まれている。

1 (6431) B05

塩化ナトリウムの結晶構造は、右の図のように示されます。これについて、次の問いに答えなさい。

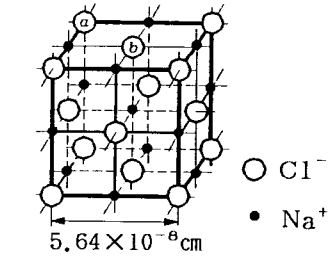
(1) 塩化物イオン a は、粒子の何分の 1 が、図の太線で示されている立方体の中にはいつていますか。

{ }

(2) 塩化物イオン b は、粒子の何分の 1 が、図の太い線で示されている立方体の中にはいつていますか。

{ }

(3) 太い線で示された立方体(単位格子内)には、何個の Cl^- がいつていることになつますか。



{ }

(4) 単位格子内に、何個の Na^+ がいつていることになつますか。

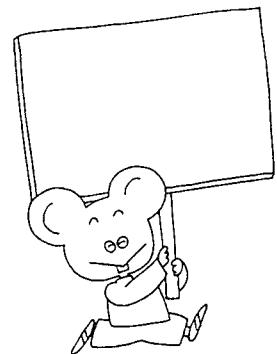
{ }

(5) この結晶の単位格子の体積を有効数字 3 けたで求めなさい。

{ }

(6) Na^+ と Cl^- の 1 個の質量をそれぞれ、 $3.83 \times 10^{-23} \text{g}$ 、 $5.90 \times 10^{-23} \text{g}$ とすると、 NaCl の密度はいくらですか。有効数字 3 けたで求めなさい。

{ }



1 巻の解答

第1章 物質の構成

§ 1	純物質と混合物	〔A01〕	2
§ 2	元素と単体・化合物	〔A02〕	4
§ 3	原子の構造と同位体	〔A03〕	7
§ 4	原子の電子配置	〔A04〕	10
§ 5	イオンの形成	〔A05〕	14
§ 6	イオン化エネルギーと電子親和力	〔A06〕	18
§ 7	元素の周期表	〔A07〕	21

第2章 化学結合

§ 1	イオン結合とイオン結晶	〔B01〕	24
§ 2	共有結合と配位結合	〔B02〕	27
§ 3	分子結晶と共有結合の結晶	〔B03〕	33
§ 4	金属結合と金属結晶	〔B04〕	36
§ 5	結晶格子	〔B05〕	38

§ 1 純物質と混合物

A01

- 1** (0001) ●類題 6010 純物質と混合物の違い
 (1) 純物質 (2) 混合物 (3) 純物質 (4) 混合物 (5) 混合物
 (6) 純物質 (7) 純物質 (8) 混合物 (9) 純物質 (10) 混合物
 (11) 純物質 (12) 混合物 (13) 純物質 (14) 純物質 (15) 混合物

解説

海水は、水や塩化ナトリウム、塩化マグネシウムなどの純物質がまざった混合物である。空気は窒素や酸素、アルゴンなどの純物質がまざった混合物である。

- 2** (0002) ●類題 6020 混合物の分離
 (1) 蒸留 (2) 再結晶 (3) ろ過

- 3** (0003) ●類題 6030 混合物の分離
 (1) (イ) (2) (ア) (3) (ウ)

解説

- (1) 砂糖水を蒸留すると、水が三角フラスコに分離され、砂糖は枝付きフラスコに残る。
 (2) 硫酸バリウムの沈殿を含む液をろ過すると、液体はろ過されてビーカーにはいり、沈殿のみがろ紙上に残る。
 (3) 少量の硝酸カリウムを含むホウ酸を再結晶すると、ホウ酸のみが純粋な結晶となり、硝酸カリウムは溶液中に残る。

類題トレーニング(6010)

- 1** (6011) A01
 ① 純物質 ② 混合物
- 2** (6012) A01
 (1) A (2) B (3) B (4) A (5) B (6) B



類題トレーニング(6020)

1 (6021) A01

- (1) ろ過 (2) (ア) (3) (イ) (4) ろうと (5) c (6) (c)

解説

- (2) 分離する液体をガラス棒に伝わらせて、ろ紙上に注ぐ。ただし、(ウ)は液体が手にかかるので、よくない。
(3) ろうとの足をビーカーの内壁につけ、ろ液がはねないようにする。
(6) ろ過は、水などに溶けないまま含まれている固体を分離するのに適しているので、(c)がよい。また、(a)の分離には再結晶、(b)の分離には蒸留が適している。

2 (6022) A01

- (1) 蒸留 (2) 温度計 (3) 枝付きフラスコ (4) 沸騰石 (5) 突沸を防ぐ。
(6) リービッヒ冷却器 (7) b→a (8) (b)

解説

- (7) 冷却水を a→b の向きに流すと、冷却器に完全に水が満たされずじゅうぶん冷却できない。
(8) 蒸留は、液体中に溶けている固体または液体を、沸点の違いを利用して分離するため、(b)がよい。また、(a)の分離にはろ過、(c)の分離には再結晶が適している。

類題トレーニング(6030)

1 (6031) A01

- (1) (ウ) (2) (ア), (エ) (3) 蒸留

解説

- (2) 酒類に含まれるアルコールは、エタノールである。
(3) 水(沸点 100 °C)とエタノール(沸点 78 °C)の沸点の差を利用して、蒸留によって分離する。

2 (6032) A01

- (1) ③ (2) ① (3) ②

解説

- (1) 再結晶をすると、塩化カリウムのみが純粋な結晶となり、塩化ナトリウムは溶液中に残る。
(2) ろ過すると、塩化銀の沈殿のみがろ紙上に残る。
(3) 蒸留すると、水だけが蒸発し冷却され、砂糖と分離できる。

§ 2 元素と単体・化合物

A02

- 1 (0004) 類題 6040 元素と元素記号
 (1) 炭素 (2) H (3) 酸素 (4) N (5) ナトリウム (6) Mg
 (7) アルミニウム (8) Cl (9) カリウム (10) Ca

- 2 (0005) 類題 6050 単体と化合物
 (1) ㉗, ㉘, ㉙ (2) ㉚, ㉛, ㉜, ㉝ (3) ㉗と㉙
 (4) ㉝, ナトリウム, 酸素, 水素

解説

単体は、ただ1種類の元素から構成されている純物質のことで、2種類以上の元素から構成されている純物質は化合物という。また、同素体とは、同じ元素で構成されている単体で、たがいに性質が異なるものをいう。

- 3 (0006) 類題 6060 物理変化と化学変化の違い
 (1) 物理変化, 物質の混合 (2) 化学変化, 分解
 (3) 物理変化, 物質の三態の変化
 (4) 物理変化, 物質の分離 (5) 化学変化, 化合

解説

- (1) 水に砂糖を加えても、水、砂糖ともに物質そのものは変化せず、分子どうしがまざり合うだけである。
 (2) $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ の化学反応が起こった。
 (3) ドライアイスは二酸化炭素の固体の状態のものである。
 (4) NaCl (食塩) は、海水中にあっても、その水を蒸発させて食塩のみをとり出しても、物質そのものは変化しない。
 (5) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ の化学反応が起こった。

- 4 (0007) 類題 6070 成分元素の検出
 (1) 水素, 炭素 (2) ナトリウム, 塩素

解説

- (1) これは、酸化による炭素や水素の検出方法である。水滴が生じたことから、試料が水素を含んでいたことがわかり、発生した気体は二酸化炭素であるから、同時に炭素も含んでいたことがわかる。
 (2) 炎色反応で黄色を示すのは、ナトリウムであり、また、硝酸銀溶液で白色沈殿を生じるのは、塩素である。

類題トレーニング(6040)

1 (6041) A02

- (1) 水素 (2) 窒素 (3) フッ素 (4) ネオン (5) マグネシウム
(6) 塩素 (7) カルシウム (8) 鉄 (9) 亜鉛 (10) バリウム

2 (6042) A02

- (1) He (2) C (3) O (4) Na (5) Al (6) P (7) S
(8) K (9) Cu (10) Ag

類題トレーニング(6050)

1 (6051) A02

- (1) 単体 (2) 化合物 (3) 同素体 (4) 同素体である。
(5) 同素体ではない。 (6) 同素体ではない。 (7) 同素体である。

[解説]

(5), (6) 水 (H_2O) や過酸化水素 (H_2O_2), また一酸化炭素 (CO) や二酸化炭素 (CO_2) は単体ではないので, 同素体とはいえない。

(7) 酸素 (O_2) とオゾン (O_3) は単体であるから, 同素体といえる。

2 (6052) A02

- (1) 銅 (2) 酸素 (3) 炭素, 水素 (4) 炭素 (5) 窒素, 水素
(6) ナトリウム, 塩素 (7) 水素 (8) 水素, 硫黄, 酸素

3 (6053) A02

- (1) 化合物 (2) 単体 (3) 単体 (4) 単体 (5) 化合物 (6) 化合物
(7) 単体 (8) 化合物 (9) 単体 (10) 単体

[解説]

単体は, ただ1種類の元素から構成されている物質のことである。

4 (6054) A02

- (1) 単体名 (2) 元素名 (3) 元素名 (4) 単体名

[解説]

(1)と(4)の酸素の語は, 気体で存在する酸素分子 (O_2) の意味であるから, 単体名である。これに対し, (2)と(3)の酸素の語は, 化合物中の成分の意味であるから, 元素名である。

類題トレーニング(6060)

1 (6061) A02

- (1) (イ) (2) (ア) (3) (イ)

2 (6062) A02

- (1) 砂糖の味がする。 (2) (イ) (3) (イ) (4) 物理変化

解説

- (2) 砂糖分子が水分子のすきまにはいり込んで、均一にまざるので、(イ)である。

3 (6063) A02

- (1) ない (2) 変化前…酸素原子 変化後…水素原子
(3) 違う (4) 化学変化

解説

- (1) 水と水素では、融点、沸点やそのほかのいろいろな性質がまったく違う。

4 (6064) A02

- (1) 化合 (2) 化合 (3) 分解 (4) 化合 (5) 分解 (6) 化合

類題トレーニング(6070)

1 (6071) A02

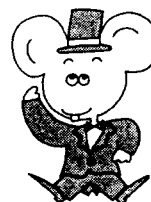
- (1) 炎色反応 (2) 白金線 (3) ナトリウム

2 (6072) A02

- (1) 石灰水 (2) 白濁する(白い沈殿ができる)。 (3) ネスラー試薬
(4) 赤褐色沈殿ができる。

3 (6073) A02

- (1) H (2) C (3) Ca (4) Ba (5) S (6) Cl



§ 3 原子の構造と同位体

A03

1 (0008) ●類題 6080 原子核と電子

- (1) 原子核 (2) 陽子 (3) 中性子 (4) 電子 (5) 陽子
 (6) 原子は、原子核と電子とからなっている。電子の質量は、原子核中の陽子の質量の約 $\frac{1}{1840}$ であり、原子全体の質量に対して、無視できるほどに小さな値である。このため、原子の質量は、原子核の質量とほぼ等しいといわれる。

2 (0009) ●類題 6090 原子番号と質量数

元素記号	元 素 名	陽 子 数	中 性 子 数	電 子 数	原子番号	質 量 数
${}^{14}_7\text{N}$	窒 素	7	7	7	7	14
${}^{24}_{12}\text{Mg}$	マグネシウム	12	12	12	12	24
${}^{31}_{15}\text{P}$	リ ン	15	16	15	15	31
${}^{238}_{92}\text{U}$	ウラン	92	146	92	92	238

解説

元素記号の左下の数字は原子番号であり、原子核中の陽子の数である。元素記号の左上の数字は質量数であり、原子核中の陽子と中性子の数の和である。また、電気的に中性であるという条件を満たすために、陽子の数と電子の数は一致する。

まず、窒素(N)は、電子数が7だから陽子数は7であり、したがって原子番号も7である。中性子数は、 $14-7=7$ となる。

${}^{24}_{12}\text{Mg}$ はマグネシウムであり、原子番号が12だから陽子数は12であり、したがって電子数も12である。質量数は24だから、中性子数は、 $24-12=12$ となる。

リン(P)は、原子番号が15だから陽子数は15であり、したがって電子数も15である。中性子数は16だから、質量数は、 $15+16=31$ となる。

${}^{238}_{92}\text{U}$ はウランであり、原子番号が92だから陽子数は92であり、したがって電子数も92である。質量数は238だから、中性子数は、 $238-92=146$ となる。

3 (0010) ●類題 6100 質量数と同位体

- (イ), (カ), (ク), (コ)

解説

原子番号が等しく質量数が異なる原子どうしを同位体といい、同位体は天然にほぼ一定の割合で存在する。同位体の関係にある原子は、電子配置が等しいので化学的性質は等しいが、中性子数が異なるために質量数が異なり、融点・沸点などの物理的性質は異なる。

類題トレーニング(6080)

1 (6081) A03

- (1) 10^{-8} cm 程度 (2) 原子核 (3) 電子 (4) 陽子, 中性子 (5) 正
 (6) 正 (7) 中性(電荷をもたない。) (8) 負 (9) 陽子の数
 (10) さしつかえない。

解説

(10) 電子1個の質量は, 陽子1個の質量の約1840分の1である。このため電子の質量は, 原子全体の質量に対しては, 無視できるほどの値である。

2 (6082) A03

10^4 倍(1万倍)

解説

$$\frac{100 \text{ [m]}}{1 \text{ [cm]}} = \frac{10^4 \text{ [cm]}}{1 \text{ [cm]}} = 10^4 \text{ [倍]}$$

3 (6083) A03

6 個

解説

原子全体は電氣的に中性であるから, 正の電荷をもつ陽子の数と負の電荷をもつ電子の数は等しい。

4 (6084) A03

原子核中に存在する正の電荷をもった陽子の数と, 原子核の外側を回っている負の電荷をもった電子の数が等しく, 各粒子1個のもつ電荷の絶対値が等しいため。

類題トレーニング(6090)

1 (6091) A03

- (1) 陽子 (2) 陽子と中性子 (3) 原子番号 (4) 質量数

2 (6092) A03

- (1) 11 (2) 10 (3) 35 (4) 30 個 (5) ${}_{19}^{39}\text{K}$

解説

(2) 原子核中の陽子の数と電子の数とは, 中性の原子では等しい値となる。

(3) 質量数 = 陽子数 + 中性子数より, $17 + 18 = 35$

☛質量数には単位をつけない。

(4) 原子番号 = 陽子数より, 中性子数は, $56 - 26 = 30$ [個]

(5) 質量数は, $19 + 20 = 39$

3 (6093) A03

- (1) 20 個 (2) 20 個 (3) 20 (4) 40 (5) 20 個 (6) カルシウム

解説

元素記号の左上には質量数, 左下には原子番号を書く。

類題トレーニング(6100)

1 (6101) A03

- (1) 陽子 (2) 中性子 (3) 異なることはない。(すべて同じである。)
 (4) 異なることがある。 (5) 異なることはない。 (6) 同位体
 (7) 化学的性質

2 (6102) A03

中性子

3 (6103) A03

	${}^3_2\text{He}$	${}^4_2\text{He}$
原子番号	2	2
陽子数	2	2
中性子数	1	2
電子数	2	2

解説

同じ元素であるから原子番号は同じである。同位体では、中性子数が異なるため、質量数に差が出てくる。

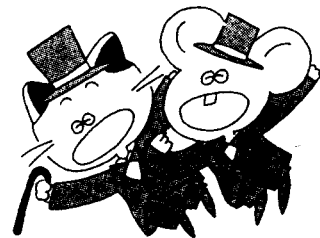
4 (6104) A03

名称…炭素，質量数…13

5 (6105) A03

共通点…原子番号，陽子数，電子数が等しい。

相違点…質量数，中性子数が異なる。

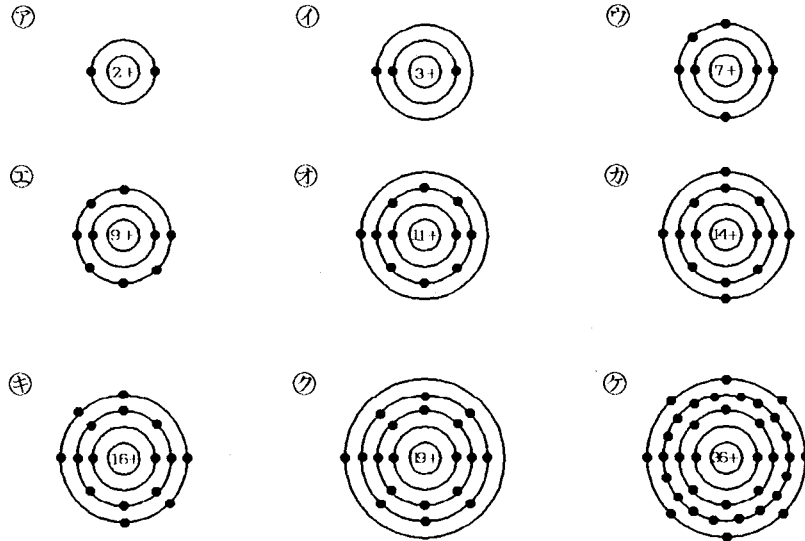


§ 4 原子の電子配置

A04

1 (0011) ●類題 6110 電子配置

(1) 次の図 (2) アとケ



解説

- (1) 電子は内側の電子殻から順にはいる。各電子殻には入り得る最大の電子数は、K 殻、L 殻、M 殻の順に、2, 8, 18 個である。
- (2) 閉殻の電子配置や希ガスのように、最外殻の電子の数が 8 個の電子配置は安定である。

2 (0012) ●類題 6120 原子番号と電子配置の周期性

(1), (2) 次の図 (3) ヘリウムを除いて、最外殻の電子数が縦の列で等しい。

1H 〔1〕							2He 〔2〕
3Li 〔1〕	4Be 〔2〕	5B 〔3〕	6C 〔4〕	7N 〔5〕	8O 〔6〕	9F 〔7〕	10Ne 〔8〕
11Na 〔1〕	12Mg 〔2〕	13Al 〔3〕	14Si 〔4〕	15P 〔5〕	16S 〔6〕	17Cl 〔7〕	18Ar 〔8〕

3 (0013) 類題 6130 価電子と電子配置

- (1) 次の図 (2) 3個 (3) 0個

•H							•He
•Li	•Be	•B	•C	•N	•O	•F	•Ne
•Na	•Mg	•Al	•Si	•P	•S	•Cl	•Ar

解説

- (3) ${}_{10}\text{Ne}$ の最外殻電子数は 8 個だが、価電子は 0 個である。同様に、ほかの希ガスの価電子も 0 個である。

類題トレーニング(6110)

1 (6111) A04

- (1) 電子殻 (2) K 殻…2 個, L 殻…8 個, M 殻…18 個
(3) K 殻 → L 殻 → M 殻 (4) 閉殻

解説

- (2) 各電子殻にはいり得る最大電子数は、 $2n^2$ 個で求められる(ただし、K 殻は $n=1$, L 殻は $n=2$, ……とする。)

2 (6112) A04

- (1) K 殻…2 個, L 殻…3 個 (2) K 殻…2 個, L 殻…8 個, M 殻…3 個
(3) K 殻…2 個, L 殻…8 個, M 殻…7 個 (4) 7 (5) 15

3 (6113) A04

- (1) (ア) K 殻 (イ) L 殻 (ウ) M 殻 (2) 電子 (3) 原子核
(4) 17 (5) 塩素 (6) (ウ)

解説

- (6) 最外電子殻とは、原子中に電子がはいっている電子殻のうち、もっとも外側にある電子殻をさす。

4 (6114) A04

- (1) 10 (2) ネオン (3) 安定である。 (4) 希ガス

解説

- (1) 原子番号 = 陽子の数 = 電子の数
(3), (4) 最外電子殻の電子が 8 個(ただし、He は 2 個)の電子配置は安定で、 ${}_{2}\text{He}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{18}\text{Ar}$, ${}_{36}\text{Kr}$, ${}_{54}\text{Xe}$, ${}_{86}\text{Rn}$ の元素群を希ガスとよぶ。

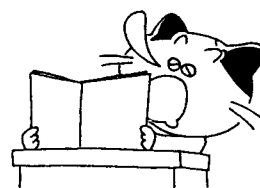
類題トレーニング(6120)

1 (6121) A04

1H 								2He
3Li 	4Be 	5B 	6C 	7N 	8O 	9F 	10Ne 	
11Na 	12Mg 	13Al 	14Si 	15P 	16S 	17Cl 	18Ar 	

2 (6122) A04

- (1) 水素
- (2) リチウム, ベリリウム, ホウ素, 炭素, 窒素, 酸素, フッ素
- (3) ヘリウム, ネオン, アルゴン
- (4) もっとも外側の電子殻(最外電子殻)にある電子の数は等しい。



類題トレーニング(6130)

1 (6131) A04

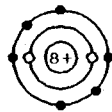
- (1) L 殻, 3 個 (2) M 殻, 6 個 (3) L 殻, 0 個 (4) L 殻, 5 個
 (5) M 殻, 5 個 (6) M 殻, 0 個

【解説】

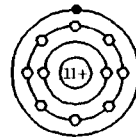
(3), (6) 希ガスの価電子は 0 である。

2 (6132) A04

- (1) M 殻 (2) L 殻 (3) M 殻 (4) 6 個
 (5) 右図 (a)



- (b) (c)



- (6) (a) 1 個 (b) 2 個 (c) 2 個 (d) 0 個 (e) 7 個

- (7) 右図

- (a)



- (b)



- (c)



- (d)



- (e)



3 (6133) A04

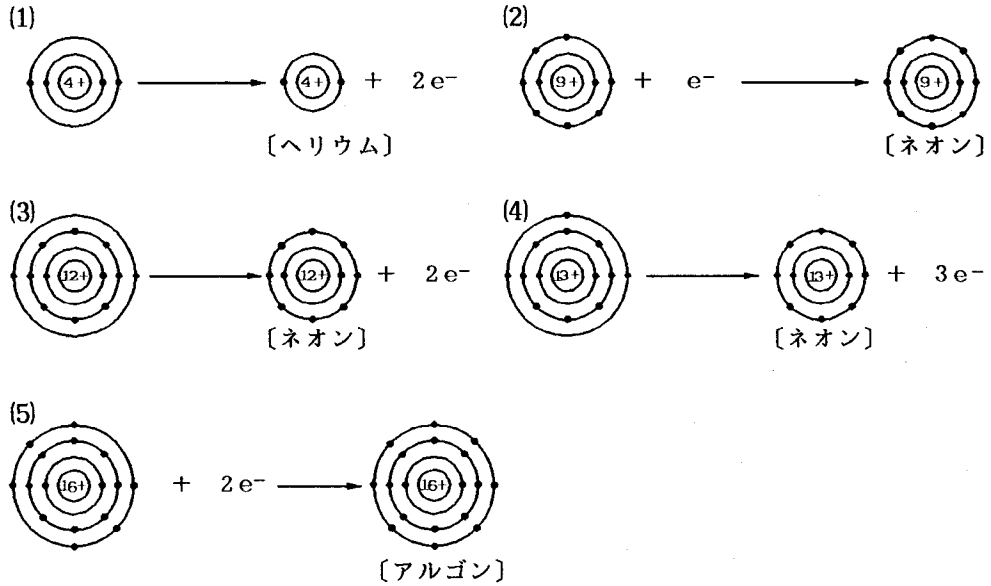
原子番号 3 の Li が 1 個で, 原子番号の増加とともに 1 個ずつ増えていき, 原子番号 10 の Ne でゼロになる。原子番号 11 から 18 の原子についても, 同じように増えていき最後の Ar でゼロになる。



§5 イオンの形成

A05

1 (0014) ●類題 6140 原子のイオン化



2 (0015) ●類題 6150 イオンの表し方と名称

- (1) (ア) 6個 (イ) 7個 (ウ) 1個 (エ) 2個
 (2) (ア) 2価, 陰イオン (イ) 1価, 陰イオン
 (ウ) 1価, 陽イオン (エ) 2価, 陽イオン
 (3) (ア) $O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$ (イ) $F + e^- \longrightarrow F^-$
 (ウ) $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$ (エ) $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

3 (0016) ●類題 6160 多原子イオン

- (1) 10個, 水酸化物イオン (2) 10個, オキシニウムイオン
 (3) 32個, 炭酸イオン (4) 10個, アンモニウムイオン (5) 32個, 硝酸イオン

解説

各原子がもっている電子(H=1個, C=6個, N=7個, O=8個)を合計し, 陽イオンであればその価数をひき, 陰イオンであればその価数を加えれば, 多原子イオンの電子の数が求められる。

したがって, (1)は, $8+1+1=10$ 個, (2)は, $3+8-1=10$ 個, (3)は, $6+3\times 8+2=32$ 個, (4)は, $7+4-1=10$ 個, (5)は, $7+3\times 8+1=32$ 個となる。

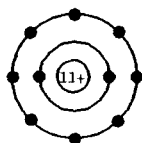
類題トレーニング(6140)

1 (6141) A05

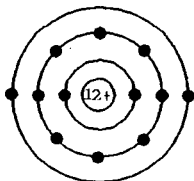
- (1) 電子 (2) 陽イオン (3) 陰イオン (4) 陽性元素 (5) 陰性元素
- (6) Na イオン…ネオン原子, 1 個, Mg イオン…ネオン原子, 2 個
- (7) Cl イオン…アルゴン原子, 1 個, O イオン…ネオン原子, 2 個

2 (6142) A05

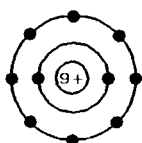
(1)



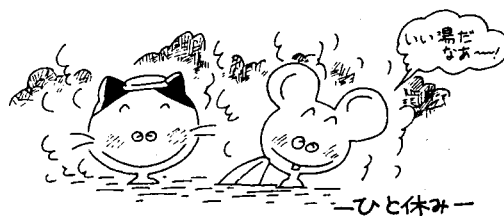
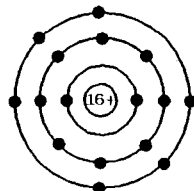
(2)



(3)



(4)



類題トレーニング(6150)

1 (6151) A05

- (1) 2 価の陽イオン (2) 1 価の陰イオン (3) イオン式
 (4) Na^+ …ナトリウムイオン, Al^{3+} …アルミニウムイオン
 (5) Cl^- …塩化物イオン, O^{2-} …酸化物イオン

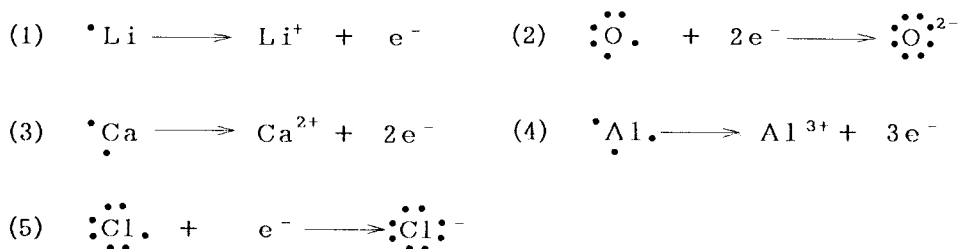
2 (6152) A05

- (1) 1 価の陽イオン (2) 2 価の陰イオン (3) 2 価の陽イオン
 (4) 3 価の陽イオン (5) 1 価の陰イオン

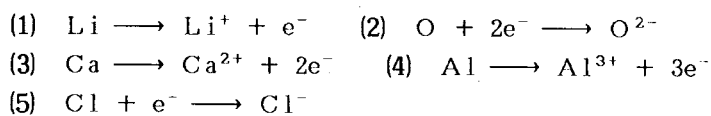
解説

それぞれの原子の価電子をまず求める。Li は 1 個, O は 6 個, Ca は 2 個, Al は 3 個, Cl は 7 個である。

3 (6153) A05



4 (6154) A05



5 (6155) A05

- (1) リチウムイオン (2) ベリリウムイオン (3) 酸化物イオン
 (4) フッ化物イオン (5) ナトリウムイオン (6) マグネシウムイオン
 (7) アルミニウムイオン (8) 硫化物イオン (9) 塩化物イオン
 (10) 水素イオン

6 (6156) A05

- (1) H^+ (2) Al^{3+} (3) Na^+ (4) O^{2-} (5) F^-

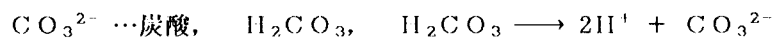
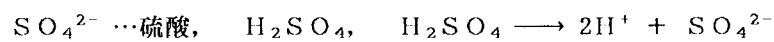
類題トレーニング(6160)

1 (6161) A05

(1) 多原子イオン

- (2) (ア) 水酸化物イオン (イ) 炭酸イオン (ウ) CH_3COO^-
(エ) オキソニウムイオン (オ) 硝酸イオン (カ) 硫酸イオン
(キ) MnO_4^- (ク) リン酸イオン (ケ) NH_4^+
(コ) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

2 (6162) A05



§ 6 イオン化エネルギーと電子親和力

A06

1 (0017) ●類題 6170 イオン化エネルギーと電子親和力

- (1) Na^+ (2) Cl^+ (3) Na^- (4) Cl^-
 (5) ナトリウム…陽性が強い 塩素…陰性が強い

解説

- (1), (2) イオン化エネルギーは、原子から電子を1個引き離して陽イオンをつくるのに必要なエネルギーである。
 (3), (4) 電子親和力は、原子が電子1個と結合して陰イオンになるときに放出されるエネルギーである。
 (5) (1)と(2)のそれぞれのイオン化エネルギーの値から、ナトリウムのほうが塩素よりも陽イオンになりやすいことがわかる。また、(3)と(4)のそれぞれの電子親和力の値から、陰イオンになったときにはナトリウムよりも塩素のほうが安定であることがわかる。よって、ナトリウムは陽性の傾向が強く、塩素は陰性の傾向が強いと見える。

2 (0018) ●類題 6180 イオンのなりやすさ

- ① Ne ② 希ガス ③ K ④ 陽イオン ⑤ 電子親和力
 ⑥ 大きく ⑦ 陰イオン

解説

イオン化エネルギーが小さいほど陽イオンになりやすく、電子親和力が大きいほど陰イオンになりやすい。

3 (0019) ●類題 6190 原子とイオンの大きさ

- (1) (ア) Li (イ) F (ウ) 1.86 (エ) 0.72
 (2) (オ) Al^{3+} (カ) Mg^{2+} (キ) F^- (ク) O^{2-}

解説

- (1) 4元素を原子番号の順番に並べると、Li, F, Na, Clとなる。価電子数が同じ原子の原子半径を比べると、原子番号が大きいほうがより外側の電子殻に電子がはいるので、大きくなる。したがって、 $\text{Li} < \text{Na}$, $\text{F} < \text{Cl}$ の関係にある。
 また、最外殻が同じ原子で原子半径を比べると、原子番号が大きい方が正電荷が大きく電子を原子核に強く引きつけるので、小さくなる。したがって、 $\text{Li} > \text{F}$, また $\text{Na} > \text{Cl}$ の関係にある。よって、以上のことをまとめると、 $\text{F} < (\text{Cl}, \text{Li}) < \text{Na}$ となり、ClとLiの大小関係はわからないが、Naが最大であることより、(ウ)が1.86, (エ)が0.72となる。すると、(イ)は最小の原子半径をもつFとなり、(ア)は残りのLiということになる。
 (2) まず、Neと同じ電子配置をもつのは、 O^{2-} , F^- , Mg^{2+} , Al^{3+} である。原子核の正電荷が大きいほど電子を原子核に強く引きつけるので、原子番号の大きくなるほどイオン半径は小さくなる。

類題トレーニング(6170)

1 (6171) A06

- (1) イオン化エネルギー (2) 陽性 (3) 大きい (4) 電子親和力 (5) 陰性

2 (6172) A06

- (1) 1260 kJ/mol (2) 353 kJ/mol

解説

- (1) イオン化エネルギーを表しているのは(b)のほうである。必要とするエネルギーは負の符号をつけて表してある。すなわち、1260 kJ/mol 必要ということだから、イオン化エネルギーは、1260 kJ/mol であり、答に負の符号は必要ない。

類題トレーニング(6180)

1 (6181) A06

- (1) 陽イオン (2) 陽イオン (3) 陰イオン (4) 陰イオン

2 (6182) A06

- (1) よくない。
(2) ネオンは、希ガス型の安定な電子配置をとっているため、電子を引き離すのに大きなエネルギーが必要だから。
(3) リチウム (4) ネオン (5) フッ素

解説

- (3), (4) イオン化エネルギーがもっとも小さいリチウムがもっとも陽イオンになりやすく、イオン化エネルギーがもっとも大きいネオンがもっとも陽イオンになりにくい。
(5) もっとも陰性が強いつまり、陰イオンになりやすい元素は、希ガスのネオンを除いて、イオン化エネルギーがもっとも大きいフッ素だと考えられる。

3 (6183) A06

- (1) 塩素 (2) ヨウ素

解説

- 電子親和力の値が大きい元素ほど、陰イオンになりやすく、小さい元素ほど陰イオンになりにくい。

類題トレーニング(6190)

1 (6191) A06

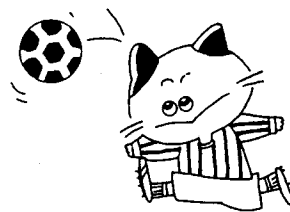
- (1) 大きくなる。 (2) 小さくなる。 (3) 小さくなる。 (4) 大きくなる。

2 (6192) A06

- (1) $\text{Li} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Rb}$ (2) $\text{I} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{Cl} \rightarrow \text{F}$
(3) 価電子数が同じ原子では、原子番号の大きい原子ほど電子がより外側の電子殻に入るので、原子半径は大きくなる。
(4) $\text{Al} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Na}$
(5) 最外殻が同じ原子では、原子核の正電荷が大きいほど原子核が電子を強く引きつけるので、原子番号が大きいほど原子半径が小さくなる。
(6) Na (7) Br^- (8) 小さくなる。

[解説]

- (8) O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} の順にイオン半径が小さくなるのは、この順に正電荷が増加し、電子がそれにつれて、強く原子核に引きつけられるためである。



§ 7 元素の周期表

A07

- 1** (0020) ●類題 6200 元素の周期表
- (1) 族 (2) ㉗ 典型元素 (4) 遷移元素 (5) 典型元素
- (3) ㉘ 金属元素 (6) 非金属元素 (4) ㉙…ランタノイド (8) …アクチノイド
- (5) ㉚ 水素, H (9) リチウム, Li (7) 炭素, C (7) マグネシウム, Mg
- (10) 塩素, Cl (11) アルゴン, Ar
- 2** (0021) ●類題 6210 同一周期の元素
- ① 族 ② 下1けた ③ 増え ④ 金属性 ⑤ 非金属性 ⑥ Li
- ⑦ 陽イオン ⑧ 陰イオン ⑨ Ne
- 3** (0022) ●類題 6220 同族元素
- (1) (ア) 第2周期 (ウ) 第3周期
- (2) (ア) 7個 (イ) 0個 (ウ) 1個 (エ) 2個
- (3) (ア) 17族 (イ) 18族 (ウ) 1族 (エ) 2族
- (4) (ア) ハロゲン (イ) 希ガス (ウ) アルカリ金属
(エ) アルカリ土類金属
- (5) (ア) フッ素 (イ) ネオン (ウ) ナトリウム (エ) カルシウム
- (6) (ア) Cl, Br, I, At 中から2つ選ぶ。
(イ) He, Ar, Kr, Xe, Rn の中から2つ選ぶ。
(ウ) Li, K, Rb, Cs, Fr の中から2つ選ぶ。
(エ) Sr, Ba, Ra の中から2つ選ぶ。

解説

(ア)は第2周期, 17族のF, (イ)は第2周期, 18族のNe, (ウ)は第3周期, 1族のNa, (エ)は第4周期, 2族のCaである。



類題トレーニング(6200)

1 (6201) A07

- (1) 周期律 (2) 原子番号 (3) 族 (4) 周期 (5) 典型元素
 (6) 遷移元素 (7) 金属元素 (8) 金属元素と非金属元素 (9) 金属元素

2 (6202) A07

- (1) 水素, ヘリウム
 (2) リチウム, ベリリウム, ホウ素, 炭素, 窒素, 酸素, フッ素, ネオン
 (3) ナトリウム, マグネシウム, アルミニウム, ケイ素, リン, 硫黄, 塩素, アルゴン

解説

第1周期から第3周期までの元素名と順番は必ず覚えること。

3 (6203) A07

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
	水素							ヘリウム
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
	リチウム	ベリリウム	ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン

4 (6204) A07

- (1) ○で囲む元素…Li, Na, Al
 (2) ○で囲む元素…H, He, Na, Cl, Br, Sn, I, Hg, Pb

解説

- (1) 周期表上で, 金属元素は左下に, 非金属元素は右上に位置する傾向にある。
 (2) 典型元素は1, 2, 12~18族の元素で, それ以外の元素が遷移元素である。

5 (6205) A07

- (1) Ar (2) F (3) Na

解説

- (2), (3) 価電子数が等しい同じ族の元素どうしは性質が似ている。

類題トレーニング(6210)

1 (6211) A07

(1)

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
1	2	3	4	5	6	7	0

(2)

Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
1	2	3	4	5	6	7	0

(3) 第2周期…Li, Be, 第3周期…Na, Mg, Al

(4) (ア), (エ), (オ), (キ), (コ)

2 (6212) A07

(1) ㊦ (2) ㊧ (3) ㊨

類題トレーニング(6220)

1 (6221) A07

(1) (イ) (2) (ア) (3) アルカリ金属 (4) アルカリ土類金属
(5) ハロゲン (6) 希ガス

2 (6222) A07

(1) 水素, H (2) ベリリウム, Beとマグネシウム, Mg

3 (6223) A07

(1) F, Cl, Br, I, At [7個] (2) Li, Na, K, Rb, Cs, Fr [1個]
(3) Ca, Sr, Ba, Ra [2個] (4) He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn [0個]

4 (6224) A07

(a) (ウ) (b) (エ) (c) (イ) (d) (ア)



§ 1 イオン結合とイオン結晶

B01

1 (0001) ●類題 6280 イオン結合と組成式

- (1) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 炭酸アンモニウム (2) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 硫酸アルミニウム
 (3) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 硝酸カルシウム (4) Na_2S , 硫化ナトリウム
 (5) $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 水酸化マグネシウム (6) AlCl_3 , 塩化アルミニウム

解説

イオン結合の物質中の陽イオンと陰イオンは、全体として電氣的に中性になるように集まっている。このため、次の関係式が成り立つ。

$$(\text{陽イオンの価数}) \times (\text{陽イオンの数}) = (\text{陰イオンの価数}) \times (\text{陰イオンの数})$$

2 (0002) ●類題 6290 イオン結合と元素の陽性・陰性

できるもの…(3), (4)

解説

イオン結合は、陽性元素と陰性元素との間で行われやすい。したがって、最外殻の電子数が4個のdや炭素、5個のeは、イオン結合をしない。(3)はag, (4)はbg₂の形のイオン結合となる。

3 (0003) ●類題 6300 イオン結晶とその性質

(1), (4), (5)

解説

- (1) イオン結晶は、一般にかたいが、もろく、強くたたくと割れる。
 (4) AgCl , BaSO_4 のように、水に溶けないものもある。
 (5) 単位格子と結晶格子の説明が逆である。



類題トレーニング(6280)

1 (6281) B01

- (1) イオン結合 (2) (ウ) (3) 中性 (4) MgCl_2
(5) (ア) 塩化ナトリウム (イ) 炭酸カリウム (ウ) 酸化アルミニウム
(エ) 塩化マグネシウム

2 (6282) B01

- (1) LiCl (2) NaCl (3) CuCl_2 (4) FeCl_3
(5) Li_2O (6) Na_2O (7) CuO (8) Fe_2O_3
(9) Li_2S (10) Na_2S (11) CuS (12) Fe_2S_3

3 (6283) B01

- (ア) ヨウ化カリウム (イ) 水酸化ナトリウム (ウ) 硫酸アルミニウム
(エ) 酸化マグネシウム (オ) 硫化ナトリウム (カ) 炭酸マグネシウム
(キ) 硫酸カルシウム (ク) 塩化アンモニウム (ケ) Ca(OH)_2
(コ) Na_2O (サ) KNO_3 (シ) LiCl (ス) CaCO_3
(セ) Na_3PO_4 (ソ) Al_2O_3 (タ) CaO

類題トレーニング(6290)

1 (6291) B01

- (1) Na , Al (2) S , Cl (3) Na と S , Na と Cl , Al と S , Al と Cl
(4) Na^+ , Al^{3+} , S^{2-} , Cl^- (5) Na_2S , NaCl , Al_2S_3 , AlCl_3

2 (6292) B01

- (1) Li^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} (2) O^{2-} , Cl^-
(3) Li_2O (酸化リチウム) LiCl (塩化リチウム)
 Al_2O_3 (酸化アルミニウム) AlCl_3 (塩化アルミニウム)
 CaO (酸化カルシウム) CaCl_2 (塩化カルシウム)

解説

B, N, P はイオンになりにくいので、除く。

類題トレーニング(6300)

1 (6301) B01

- (1) イオン結晶 (2) もっていない。 (3) もっている。
(4) 多い。 (5) 高い。 (6) かたくてもろい。
(7) (ア) BaO (イ) Na₂SO₄ (8) (ア) 1:2 (イ) 2:3

2 (6302) B01

- (1) ㊦ CsCl ㊧ NaCl
(2) A...Cl⁻ B...Cs⁺ C...Cl⁻ D...Na⁺

解説

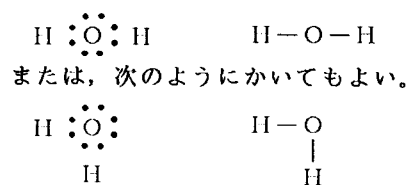
- (2) イオンの大きさは、㊦は、Cs⁺<Cl⁻、㊧は、Na⁺<Cl⁻である。

3 (6303) B01

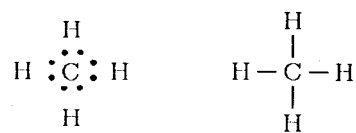
- ① イオン結晶 ② 高 ③ 通す ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 酸化アルミニウム



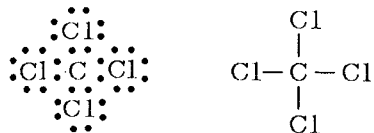
(a)



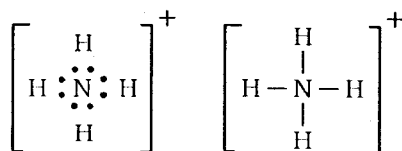
(b)



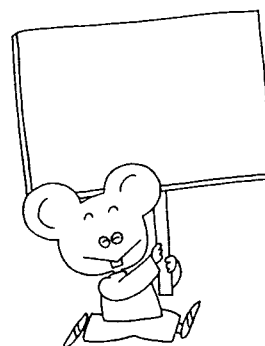
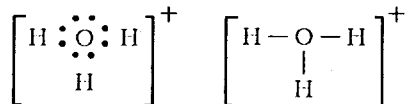
(c)



(d)



(e)

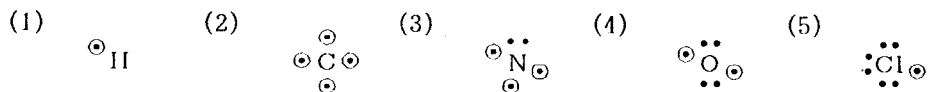


類題トレーニング(6310)

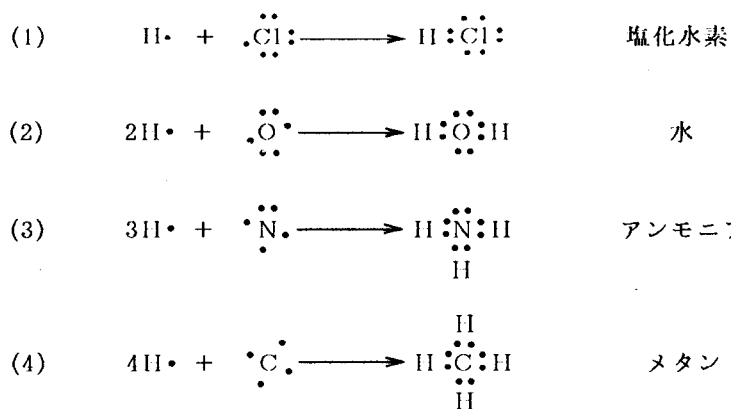
1 (6311) B02

- (1) 共有結合 (2) 非金属元素 (3) 18 族 (4) 不対電子 (5) 不対電子
 (6) 共有電子対

2 (6312) B02



3 (6313) B02

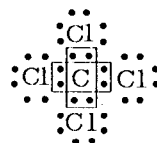
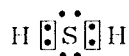
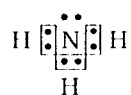


解説

Cl, O, N, C は、それぞれがもっている不対電子の数と同じ数の H 原子と共有結合をする。

4 (6314) B02

- (1) アンモニア (2) 硫化水素 (3) 四塩化炭素



類題トレーニング(6320)

1 (6321) B02

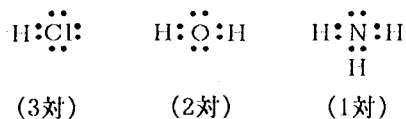
- (1) 非共有電子対
または、孤立電子対
(2) 右図

	14 族	15 族	16 族	17 族
第 2 周期	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{O}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}\cdot$
第 3 周期	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Si}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{P}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{S}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Cl}}}\cdot$
不対電子の数[個]	4	3	2	1
非共有電子対の数[対]	0	1	2	3

2 (6322) B02

- (1) K (2) 1 (3) 不安定 (4) 原子核 (5) 共有結合 (6) K
 (7) 2 (8) 安定 (9) 7 (10) 6 (11) 非共有電子対 (12) 1
 (13) 不対電子 (14) 電子 (15) 共有電子対 (16) $\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Cl}}}\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Cl}}}\cdot$
 (17) 8

3 (6323) B02



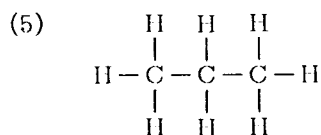
類題トレーニング(6330)

1 (6331) B02

- (1) 価標 (2) 構造式 (3) 共有電子対
(4) 1本…単結合, 2本…二重結合, 3本…三重結合 (5) 原子価

2 (6332) B02

- (1) $N \equiv N$ (2) $O = O$ (3) $O = C = O$ (4) $H - C \equiv C - H$



3 (6333) B02

- ① 16 ② 6 ③ 2 ④ 15 ⑤ 5 ⑥ 3 ⑦ 1 ⑧ 単
⑨ 2 ⑩ 二重 ⑪ 3 ⑫ 三重

【解説】

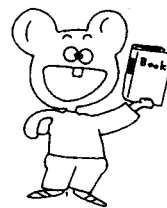
水分子, 酸素分子, 窒素分子の構造式は, それぞれ $H - O - H$, $O = O$, $N \equiv N$ となる。

4 (6334) B02

- (1) エ (2) ウ (3) オ (4) ア (5) イ

【解説】

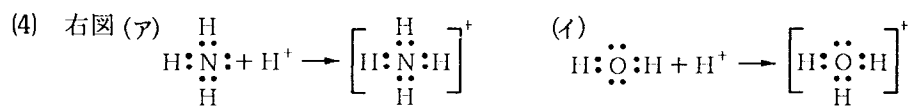
CH_4 は正四面体形, NH_3 は三角すい形, CO_2 は直線形, H_2O は折れ線形の分子構造をしている。



類題トレーニング(6340)

1 (6341) B02

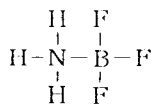
(1) 配位結合 (2) 考えてよい。 (3) (イ)



【解説】

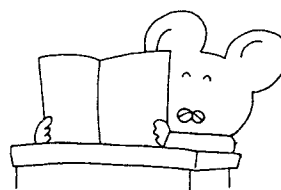
(3) 配位結合は、一方の原子のもつ非共有電子対を他方の原子との間で共有することによって生じる。

2 (6342) B02



【解説】

アンモニアの N 原子と三フッ化ホウ素の B 原子が配位結合をする。



§ 3 分子結晶と共有結合の結晶

B03

1 (0008) ●類題 6350 電気陰性度

- (1) フッ素 (2) ナトリウム (3) 小さい。 (4) 小さい。

解説

- (1) 電気陰性度が大きいほど陰性は強くなるので、もっとも陰性の強い元素はフッ素 F。
 (2) 電気陰性度が小さいほど陽性は強くなるので、もっとも陽性の強い元素はナトリウム Na。
 (3) 同族の元素では、原子番号が大きいほど電気陰性度が小さいので、1族第4周期の元素であるカリウムの電気陰性度はナトリウムのそれよりも小さい。
 (4) 同様に、17族第4周期の元素である臭素の電気陰性度は塩素のそれよりも小さい。

2 (0009) ●類題 6360 極性と極性分子

- (1) HF, H₂S, NH₃, H₂O
 (2) NH₃ が極性分子, CH₄ が無極性分子であることから, NH₃ のほうが分子間に静電的な引力が加わるため, 沸点が高いと考えられる。

解説

- (1) O₂ の結合には極性はないが, HF の結合には極性があるので, 2原子分子では HF が極性分子である。また, 3原子以上の分子では, H₂S と H₂O は折れ線型, NH₃ は三角すい形なので, この3分子が極性分子である。一方, CO₂ は直線型, CH₄ と CCl₄ は正四面体形なので, 分子全体としては電荷のかたよりがなく無極性分子である。

3 (0010) ●類題 6370 分子間力と分子結晶

イ, ウ, カ

解説

- ア 分子間力は弱い力である。
 エ 分子結晶は, 固体でも液体でも電気を通さない。
 オ ドイアイスは, 二酸化炭素 CO₂ の固体である。
 キ 水分子の水素結合は, ほかの分子性物質の分子間力よりも強いため, 沸点は比較的高い。

4 (0011) ●類題 6380 共有結合の結晶

アとエ

解説

- イ 黒鉛は, 炭素の4個の価電子のうち共有結合をしなかった残りの1個が, 層状構造にそって動くことができるので, 電気をよく通す。
 ウ ダイヤモンドは, 1個の炭素原子の周りを4個の炭素原子がとり囲んで, 正四面体を形づくっている。
 オ 二酸化ケイ素は, ダイヤモンドと似た構造をしている。

類題トレーニング(6350)

1 (6351) B03

- (1) 電気陰性度 (2) 陰性 (3) 小さい。 (4) 小さい。 (5) 小さい。

2 (6352) B03

- (1) 族の番号が増すにつれて、電気陰性度の値は大きくなっている。 (2) フッ素
 (3) 周期の番号が大きくなるにつれて、電気陰性度の値は小さくなる。
 (4) ナトリウム (5) 元素…フッ素, 族…17族
 (6) 元素…カリウムとルビジウム, 族…1族

解説

電気陰性度の値が大きいほど陰性が強く、小さいほど陽性が強い。

類題トレーニング(6360)

1 (6361) B03

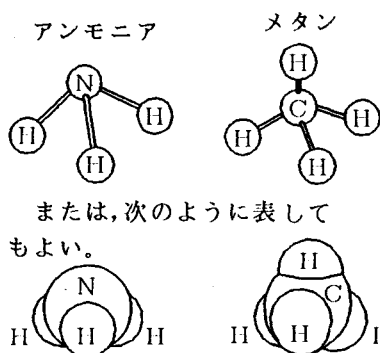
- (1) 極性 (2) 極性分子 (3) 無極性分子 (4) いえる。 (5) いえない。
 (6) (ア) 無極性分子 (イ) 極性分子 (ウ) 極性分子
 (エ) 無極性分子 (オ) 無極性分子 (カ) 極性分子
 (7) 高い。

解説

(5) 3原子以上の分子では、分子内の各結合の極性と分子の形で、極性分子か非極性分子かが決まる。

2 (6362) B03

- (1) 右図
 (2) N-H…極性あり。 C-H…極性あり。
 (3) アンモニア…極性分子
 メタン…無極性分子
 (4) アンモニアのほうが高い。



解説

(4) 一般に、質量がほぼ等しい分子どうしでは、極性分子のほうが無極性分子よりも沸点が高い。

類題トレーニング(6370)

1 (6371) B03

- (1) 分子間力または、ファンデルワールス力 (2) やわらかい。
(3) 低い。 (4) 電気を通さない。 (5) 水素結合
(6) はるかに弱い。 (7) 強い。

2 (6372) B03

- (1) ア…ドライアイス イ…氷 (2) 無極性分子
(3) 分子間力または、ファンデルワールス力
(4) $\delta+$ に帯電している原子…水素 $\delta-$ に帯電している原子…酸素
(5) 1個の水分子が水素結合によって、ほかの4個の水分子からとり囲まれ正四面体を形づくり、次々と規則正しく配列している。このためすきまの多い構造となり、密度が小さく水に浮く。

解説

- (1) 食塩はイオン結晶で、 Na^+ と Cl^- が交互に規則正しく配列している。
(2) ドライアイスは、 CO_2 の固体である。 CO_2 の分子は直線形だから、C と O の間に電気的なかたよりがあっても分子全体では打ち消される。
(4) H 原子と O 原子の電気陰性度は、それぞれ 2.1 と 3.5 である。

類題トレーニング(6380)

1 (6381) B03

- (1) 共有結合の結晶 (2) 高いものが多い。 (3) かたいものが多い。
(4) 溶けにくい。 (5) 通さないものが多い。
(6) ダイヤモンド、黒鉛、二酸化ケイ素(石英)、ケイ素、炭化ケイ素などから、3つを選ぶ。

解説

- (5) ダイヤモンド、二酸化ケイ素、ケイ素、炭化ケイ素などの結晶は電気を通さないが、黒鉛は電気を通す。

2 (6382) B03

- (1) ア…ダイヤモンド イ…黒鉛 (2) 同素体 (3) 共有結合
(4) 4個 (5) 3個 (6) 弱い。

3 (6383) B03

- (1) ダイヤモンドは、1個の炭素原子が4個の価電子を全部使い、周りの4個の炭素原子と正四面体を形づくって共有結合をして、1つの巨大分子を形成しているために、きわめてかたく、融点も高い。
(2) 黒鉛は、炭素原子が3個の価電子を使って正六角形の網目状に結合して、巨大な層状分子を形成し、それが多数重なった構造をしている。重なり合った層は弱い分子間力で結びついているため、やわらかく薄片にはがれやすい。
(3) 炭素原子の4個の価電子のうち、共有結合をしなかった残りの1個が、層状構造にそって動くことができるために、電気をよく通す。

§ 4 金属結合と金属結晶

B04

1 (0012) ●類題 6390 金属結合と金属結晶

- (1) 金属結晶 (2) イオン結晶 (3) 分子結晶
 (4) A…銅, B…塩化ナトリウム, C…ドライアイス (5) A (6) Cu

【解説】

- (1) A は、金づちでたたいたときに変形したことから展性・延性があり、固体の電気伝導性があるので、金属結晶と考えられる。
 (2) B は、金づちでたたいたときに割れたので展性・延性がなく、融解したときに電気伝導性があるので、イオン結晶と考えられる。
 (3) C は、展性・延性も電気伝導性もなく、融点が低いので、分子結晶と考えられる。
 (5) 陽イオンが自由電子を共有することによる結合が金属結合である。

2 (0013) ●類題 6400 いろいろな結晶の性質

- (1) 分子結晶 (2) 金属結晶 (3) 共有結合 (4) イオン結合
 (5) 低い。 (6) きわめて高い。 (7) 高い。 (8) 一般に電気伝導性なし。
 (9) 結晶は電気を通さないが、加熱融解すると電気を通す。 (10) 電気伝導性あり。
 (11) 一般にやわらかい。 (12) 一般にきわめてかたい。 (13) 一般にかたくもろい。
 (14) 展性・延性がある。 (15) 水に溶けない。 (16) 水に溶けるものが多い。
 (17) ドライアイス (18) ナフタレン (19) ダイヤモンド (20) 二酸化ケイ素
 (21) 塩化ナトリウム (22) 水酸化ナトリウム (23) 銅 (24) ナトリウム



類題トレーニング(6390)

1 (6391) B04

- (1) 金属結合 (2) 自由電子 (3) いえる。 (4) いえる。 (5) (ウ)
(6) 組成式

2 (6392) B04

- ① 電子 ② 金属 ③ 自由電子 ④ 電気 ⑤ 展性 ⑥ 延性

類題トレーニング(6400)

1 (6401) B04

- (1) 分子結晶 (2) 分子結晶 (3) 共有結合の結晶 (4) イオン結晶
(5) 金属結晶 (6) 分子結晶

2 (6402) B04

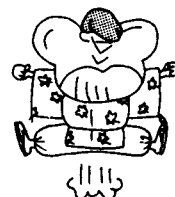
- (1) 塩化ナトリウム (2) 氷 (3) ダイヤモンド (4) ダイヤモンド
(5) 塩化ナトリウム (6) 銅

【解説】

- (2) ドライアイス(CO₂の固体)も分子結晶だが、水素結合はしない。

3 (6403) B04

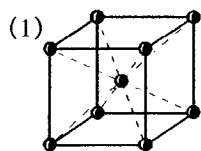
	A 群	B 群	C 群	D 群	E 群	F 群
(1)	エ	イ	イ	イ	ア	エ
(2)	ア	ウ	ア	ウ	ウ	ウ
(3)	イ	エ	ウ	エ	イ	イ
(4)	ウ	ア	エ	ア	エ	ア



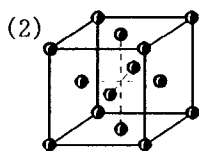
§ 5 結晶格子

B05

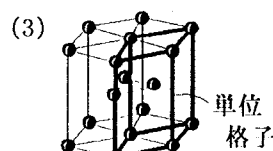
1 (0014) 類題 6410 金属結晶と結晶格子



(1) 体心立方格子
原子…2個



(2) 面心立方格子
原子…4個



(3) 六方最密構造
原子…2個

解説

(1) $\frac{1}{8}$ 個分 (頂点) $\times 8 + 1$ 個分 (立方体の中心) = 2 個分

(2) $\frac{1}{8}$ 個分 (頂点) $\times 8 + \frac{1}{2}$ 個分 (面の中心) $\times 6 = 4$ 個分

(3) $\frac{1}{12}$ 個分 (頂点) $\times 4 + \frac{1}{6}$ 個分 (頂点) $\times 4 + 1$ 個分 (第2層) = 2 個分

2 (0015) 類題 6420 金属結晶の原子1個の質量
ウ

解説

この金属の単位格子の質量は、 $(4.3 \times 10^{-8})^3 \times 0.97$ [g] であるから、単位格子内に含まれる原子の数は、

$$\frac{(4.3 \times 10^{-8})^3 \times 0.97}{3.8 \times 10^{-23}} = 2.02 \dots \approx 2.0 \text{ (個)}$$

ア～ウの結晶の単位格子内に含まれる粒子数は、アは面心立方格子で4個、イは六方最密構造で2個、ウは体心立方格子で2個である。この金属の単位格子は立方体であることから、答えはウである。

3 (0016) 類題 6430 イオン結晶の密度
4.00 g/cm³

解説

CsClの単位立方格子中には、Cs⁺とCl⁻が同数含まれる。図でわかるとおり、単位格子中のCs⁺は1個だから、Cl⁻も単位格子中に1個含まれている。したがって、

$$\text{密度} = \frac{2.21 \times 10^{-22} + 5.90 \times 10^{-23}}{(4.12 \times 10^{-8})^3} = 4.003 \dots \approx 4.00 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

類題トレーニング(6410)

1 (6411) B05

- (1) 体心立方格子, 面心立方格子, 六方最密構造 (2) (a) (3) (b) (4) (c)
 (5) (ウ)

2 (6412) B05

- (1) ア $\frac{1}{8}$ イ 1 ウ $\frac{1}{8}$ エ $\frac{1}{2}$ オ $\frac{1}{12}$ カ $\frac{1}{6}$ キ 1

(2) ① $\frac{1}{8}$ 個分 $\times 8 + 1$ 個分 $= 2$ 個分

② $\frac{1}{8}$ 個分 $\times 8 + \frac{1}{2}$ 個分 $\times 6 = 4$ 個分

③ $\frac{1}{12}$ 個分 $\times 4 + \frac{1}{6}$ 個分 $\times 4 + 1$ 個分 $= 2$ 個分

- (3) ① (c) ② (b) ③ (a)

類題トレーニング(6420)

1 (6421) B05

- (1) 2 個 (2) 3.05×10^{-22} g

解説

(1) $\frac{1}{8}$ (頂点) $\times 8 + 1$ (中心) $= 2$ [個]

- (2) 単位格子の体積は, $(3.16 \times 10^{-8})^3$ [cm³], 密度は 19.3 g/cm³ だから原子 1 個の質量は,

$$\frac{(3.16 \times 10^{-8})^3 \times 19.3}{2} = 3.045 \dots \times 10^{-22} \approx 3.05 \times 10^{-22} \text{ [g]}$$

2 (6422) B05

1.04×10^{-22} g

解説

面心立方格子の単位格子内の粒子数は,

$$\frac{1}{8} \text{ (頂点)} \times 8 + \frac{1}{2} \text{ (面の中心)} \times 6 = 4 \text{ [個]}$$

したがって, 銅原子 1 個の質量は,

$$\frac{(3.60 \times 10^{-8})^3 \times 8.92}{4} = 1.040 \dots \times 10^{-22} \approx 1.04 \times 10^{-22} \text{ [g]}$$

類題トレーニング(6430)

1 (6431) B05

- (1) 8分の1 (2) 2分の1 (3) 4個 (4) 4個 (5) $1.79 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$
 (6) 2.17 g/cm^3

【解説】

(3) $\frac{1}{8}$ 個分 (a) $\times 8 + \frac{1}{2}$ 個分 (b) $\times 6 = 4$ 個分

(4) Cl^- と同じ個数の Na^+ がはいつている。

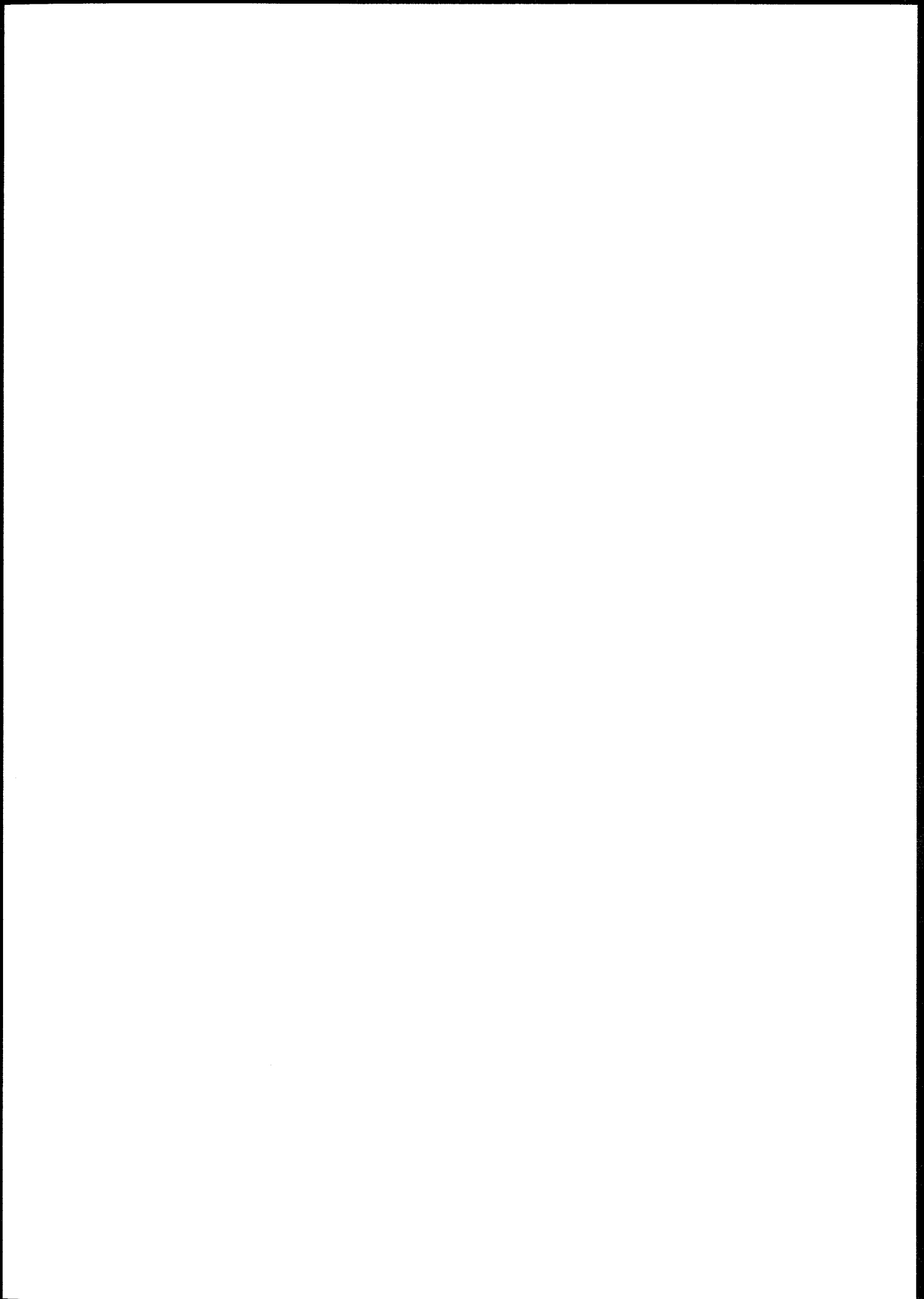
(5) $(5.64 \times 10^{-8}) = 1.794 \dots \times 10^{-22} \approx 1.79 \times 10^{-22} [\text{cm}^3]$

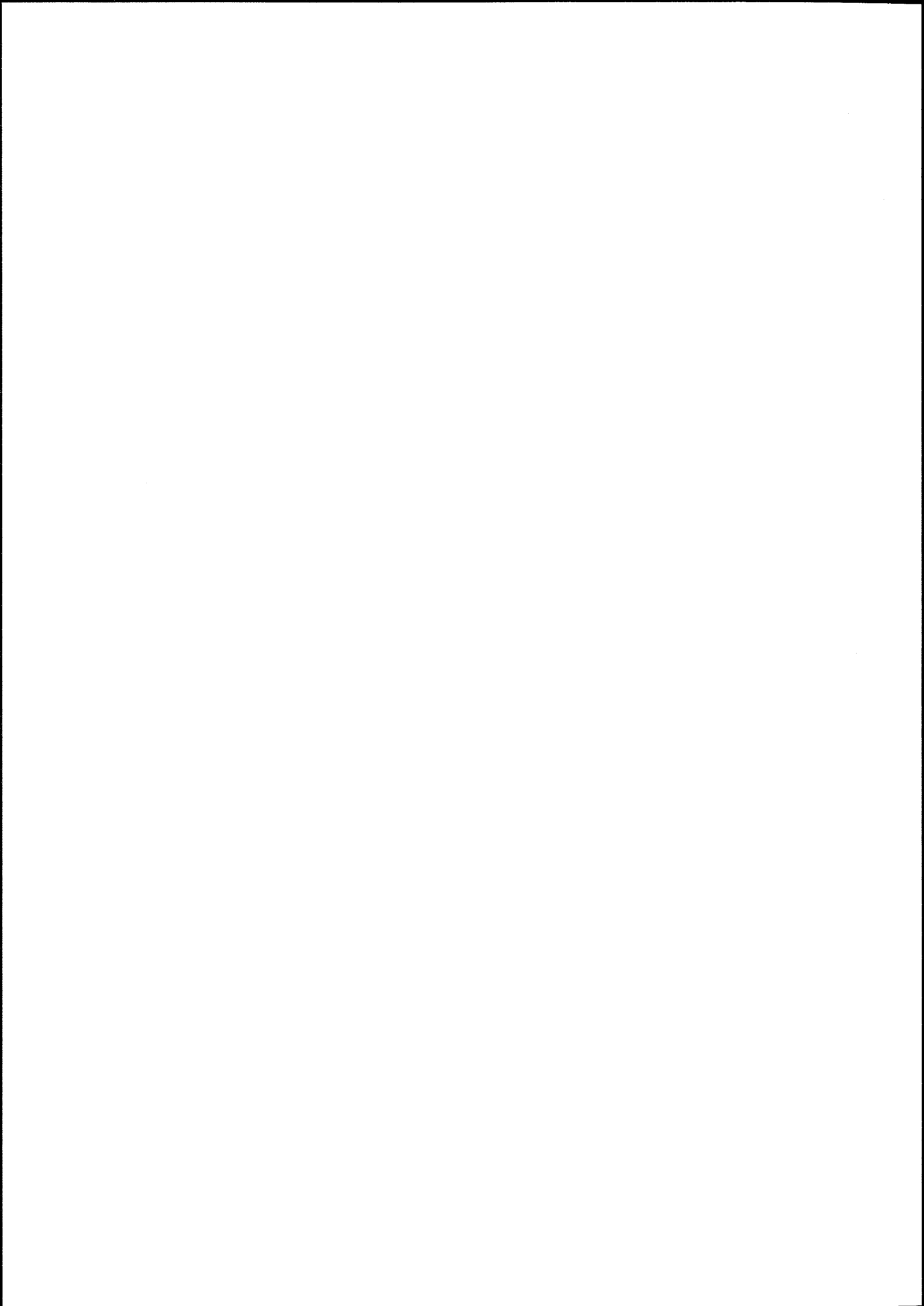
(6) 単位格子の質量は、 Na^+ と Cl^- それぞれ4個分の合計だから、
 $(3.83 \times 10^{-23} + 5.90 \times 10^{-23}) \times 4 [\text{g}]$

したがって、密度は、

$$\frac{(3.83 \times 10^{-23} + 5.90 \times 10^{-23}) \times 4}{1.79 \times 10^{-22}} = 2.174 \dots \approx 2.17 [\text{g/cm}^3]$$







教育社

TRAINING PAPER

DAILY PROGRAM

高校理科 / 化学 IB