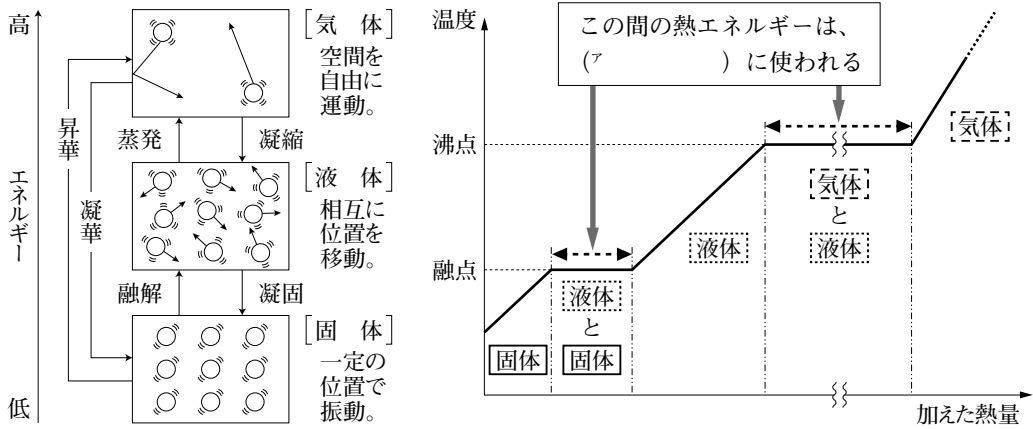


3. 物質の三態

ポイントチェック

(1) 三態の変化と温度



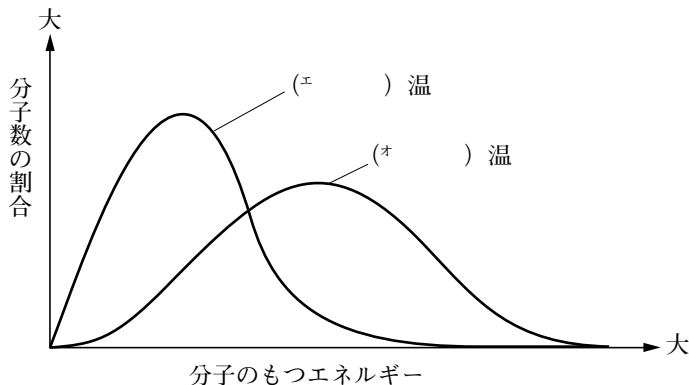
(2) 粒子の (イ) … 粒子の間には、互いに引き合う力が働いているが、粒子は三態のいずれの場合も、温度に応じて、常に動いている。

- ・固体では、粒子は移動できず、一定位置で振動している。
- ・液体では、粒子は互いに引き合いながら密接しているが、相互の位置を移動できるため、形が自由に変わる。
- ・気体では、粒子はそれぞれの温度に応じた運動エネルギーをもって、空間を無秩序に激しく飛び回っている。

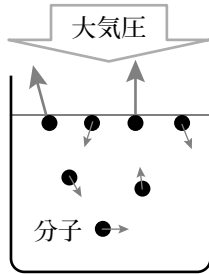
・粒子のもつエネルギーは、高温になるほど (ウ) になるが、同じ温度でも粒子がすべて同じ大きさのエネルギーをもっているのではなく、下図のような分布を示す。

- ・気体分子の場合、温度が高くなると
 - ⇒分子のもつエネルギーが (ウ) くなる
 - ⇒分子の (イ) が激しくなる
 - ⇒分子の速さが大きくなる
 - ⇒同じ圧力下では気体の体積が増加する

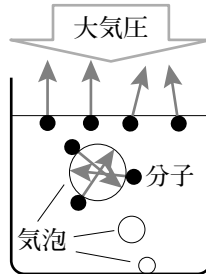
発展



発展 (3) 蒸発と沸騰……液面に作用する大気圧(外気圧)と、その液体の蒸気の圧力が等しくなると、液体の表面からの(カ)だけではなく、液体内部からの(カ)が起こるようになる。この現象を沸騰といい、その時の温度を(キ)とよぶ。通常は外気圧が1気圧(1013 hPa)のときの値で示される。

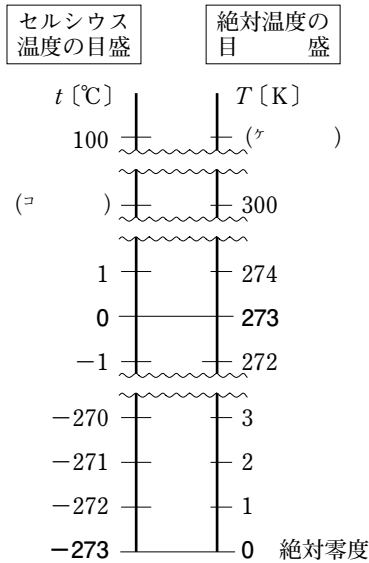


蒸発とは…
熱運動の激しい分子が液体表面から飛び出すことによって起こる。



沸騰とは…
熱運動の激しい分子が増加し、外気圧に打ち勝って、液体(ク)からも(カ)し、気泡を生じる。

発展 (4) 絶対温度……粒子の熱運動は、温度を下げていくと、しだいに穏やかになり、 -273°C 付近で停止する。この温度が理論上の最低温度であり、絶対零度とよばれる。



絶対零度を原点とし、セルシウス温度(セ氏温度、単位記号 $^{\circ}\text{C}$)と同じ目盛間隔で表される温度を(サ)といい、単位記号としてK(ケルビン)を用いる。

セルシウス温度 t [$^{\circ}\text{C}$] と絶対温度 T [K] の関係は
 $T = (シ)$ で表される。

(5) 物理変化と化学変化

物理変化……物質の種類は変わらず、形や(ス)が変化すること。

例 氷(固体)が加熱によって融けて水(液体)になる。

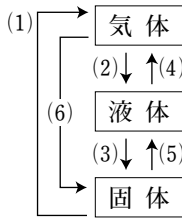
化学変化……ある物質が別の種類の物質に変化すること(化学反応)。

例 水(H_2O)が電気分解によって水素(H_2)と酸素(O_2)になる。

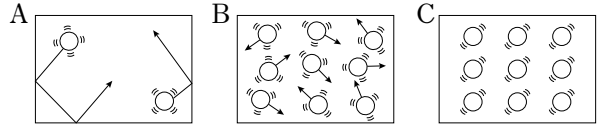
- 解答 ア. 状態変化 イ. 熱運動 ウ. 大き エ. 低 オ. 高 カ. 蒸発
キ. 沸点 ク. 内部 ケ. 373 コ. 27 サ. 絶対温度 シ. $t + 273$
ス. 状態

〔基本問題〕

18. (物質の三態) 次の図は物質の三態変化を表す図である。図中の(1)~(6)の変化の名称を記入せよ。また、固体・液体・気体のモデル図として最も適切なものを選択肢から選び、A~Cの記号で答えよ。



選択肢



19. (物理変化と化学変化) 次の文で、物理変化にはP、化学変化にはCと答えよ。

- (1) 水の電気分解によって水素を得る。
- (2) 液体空気の分留によって酸素を得る。
- (3) 白いスクロース(ショ糖)の粉末を加熱すると透明の液体になった。
- (4) 食塩水を蒸留して水を取り出す。
- (5) 酸素に紫外線を当てるとオゾンが生成する。

発展 20. (絶対温度) 次の空欄に適切な数値を記入せよ。

- (1) $0\text{ }^{\circ}\text{C} = (\quad) \text{K}$ (2) $36\text{ }^{\circ}\text{C} = (\quad) \text{K}$
- (3) $375 \text{K} = (\quad) \text{ }^{\circ}\text{C}$ (4) $23 \text{K} = (\quad) \text{ }^{\circ}\text{C}$
- (5) $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ よりも 12K 高い温度とは $(\quad) \text{ }^{\circ}\text{C}$ のことである。
- (6) 373K は $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ よりも $(\quad) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 高い。

発展 21. (粒子の熱運動) 次の文中の()に入る適語を語群から選んで記入せよ。

- (1) 固体、液体、気体の3つの状態を、物質の(ア)という。(ア)のうち、どの状態をとるかは、温度と(イ)によって決まる。例えば、1気圧($1.013 \times 10^5 \text{Pa}$)の下、水は $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下で氷、 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上で水蒸気であるが、容器内部の圧力が2気圧($2.026 \times 10^5 \text{Pa}$)を超える圧力鍋の中では $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える熱水での調理を可能にしている。
- (2) 物質を構成する粒子は、固体、液体、気体のすべての状態で、その温度に応じて常に動いており、これを粒子の(ウ)という。温度を下げていくと、粒子の(ウ)はしだいに穏やかになり、(エ) $^{\circ}\text{C}$ で停止する。この温度を(オ)という。(オ)を原点とし、セルシウス温度と同じ目盛り間隔で表される温度を(カ)といい、単位記号は(キ)を用いる。

語群 濃度 圧力 エネルギー 三態 熱運動 0 100

— 273 絶対零度 完全零度 絶対温度 K (ケルビン) J (ジュール)

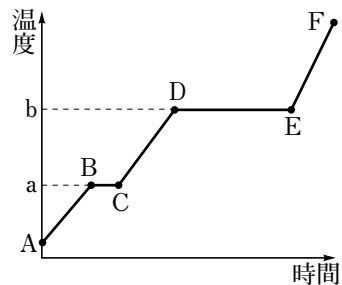
〔標準問題〕

22. (物質の三態) 次の(1)~(7)に関係のあるものを語群から選べ。ただし、同じ語句を繰り返し使ってもかまわない。

- (1) ドライアイス室温で放置すると、小さくなっていく。
- (2) 氷水を入れたコップの外側に水滴がついた。
- (3) アルコールを含んだ綿で腕をふいて消毒すると、ひんやりとする。
- (4) 缶ジュース類を冷凍庫に保管したら、破裂した。
- (5) 地球温暖化により、南極大陸の氷が融け、海水面が上昇する。
- (6) 洗濯物が乾いた。
- (7) タンスの中に入れていたナフタレン(防虫剤)が小さくなっていった。

語群 蒸発 凝縮 凝固 融解 昇華

23. (物質の状態変化) 右の図は、固体を徐々に加熱した場合の温度と時間の関係を表したものである。このことについて、次の(1)~(3)に答えよ。



- (1) a点, b点の温度を何というか。
- (2) AB間, BC間, CD間, DE間, EF間は次のどの状態か。
 (ア) 液体と気体 (イ) 固体と液体 (ウ) 固体 (エ) 液体 (オ) 気体
- (3) BC間やDE間で熱を加えているにもかかわらず温度変化がない理由を簡潔に説明せよ。

24. (粒子の熱運動) 次の文中の()に入る適語を語群から選んで記入せよ。

- (1) 物質の三態は、物質を構成する粒子間で引き合う力と粒子の熱運動のバランスで決まる。(ア) では、粒子間の引き合う力が大きく、各粒子は一定の位置で(イ) しており、相互に位置を入れかわることができない。固体が一定の(ウ) と(エ) をもつのはこのためである。(オ) では、粒子の熱運動が(ア) に比べて(カ) くなり、粒子間の引き合う力に打ち勝って動き回るようになる。粒子が相互に位置を入れかわることができるので(オ) には(キ) があり、(エ) を自由に変えることができる。
- (2) 熱運動をしている液体分子の中で、分子間の引き合う力に打ち勝つような大きなエネルギーをもった分子は液面から飛び出していく。これが(ク) である。
- (3) 液面だけではなく、液体内部からも(ク) が起こる現象を(ケ) という。
- (4) 固体の中には、常温でも分子間の引き合う力に打ち勝って空間へ飛び出していくものがある。このように固体から直接気体になる現象を(コ) という。

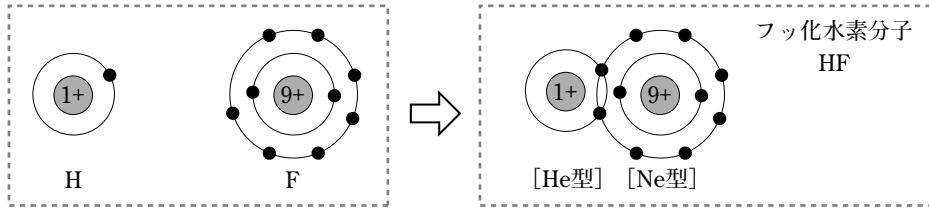
語群 大き 小 気体 液体 固体 形 体積 沸騰 蒸発 昇華 振動 流動性

8. 共有結合と分子

ポイントチェック

- (1) 共有結合：(非金属元素の)原子間を出し合った不対電子を共有してできる強い結合。

例 水素原子とフッ素原子



原子間で共有される電子は () とよばれる電子対を形成している。

共有結合で強く結びついた原子の集まり(粒子)を () という。

- (2) 主な原子の電子式・原子価

	H	B	C	N	O	F	Ne
最外殻電子数	1	3	4	()	6	7	8
電子式 (最外殻電子を・ (点)で表した式)	H·	·B·	·C·	·N·	()	:F·	()
原子価	1	3	()	()	2	1	0

結合する前の原子がもつ、対になっていない電子を () という。

原子が共有結合するときを使う価電子の数を () という。最外殻電子数が同じであれば原子価も同じであり、たとえばNと同じくPは () 価、Sは2価、Clは () 価である。

- (3) 分子の電子式と構造式

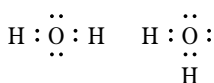
分子式：分子を構成する原子の種類とその数を表した化学式。

構造式：1組の共有電子対を1本の価標で表した化学式。実際の分子の形を表すものではない。

分子名	水素	塩素	二酸化炭素	窒素	メタン	アンモニア	水
分子式	H ₂	Cl ₂	CO ₂	N ₂	CH ₄	NH ₃	H ₂ O
電子式	H:H	:Cl:Cl:	:O::C::O:	:N::N:	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	H:O:H
構造式	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{H} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{単結合} \\ \text{価標が1本} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl}-\text{Cl} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{二重結合} \\ \text{価標が2本} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}=\text{O} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{三重結合} \\ \text{価標が3本} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{N}\equiv\text{N} \\ \uparrow \\ \text{三重結合} \\ \text{価標が3本} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	H-O-H
分子の形	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{H} \\ \text{直線形} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl}-\text{Cl} \\ \text{直線形} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}=\text{O} \\ \text{直線形} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{N}\equiv\text{N} \\ \text{直線形} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$ 正四面体形	$\begin{array}{c} \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \end{array}$ 三角錐形	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{折れ線形} \end{array}$

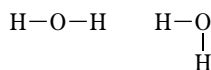
水分子 H₂O の表し方

(電子式)



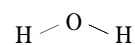
どちらでもよい

(構造式)



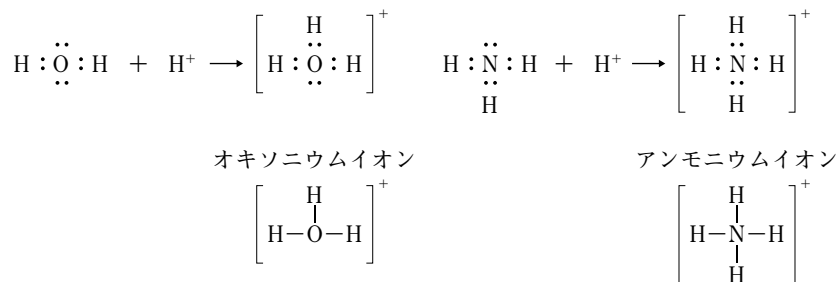
どちらでもよい

実際の分子の形は折れ線形である。



(4) 配位結合：2原子間で、一方の原子の非共有電子対を他の原子と共有してできる結合。

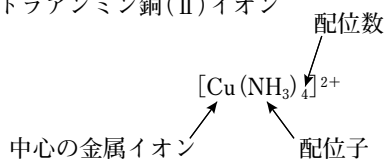
(配位結合の例)



※生じた配位結合は、他の共有結合と区別できない。配位結合は共有結合の一種である。

(5) 錯イオン：中心の金属イオンに、非共有電子対をもつ分子または陰イオン(=配位子)が配位結合してできたイオン。

例) テトラアンミン銅(II)イオン



配位数 (=配位子の数) の読み方	
2	ジ
4	テトラ
6	ヘキサ

主な配位子と名称	
NH ₃	アンミン
H ₂ O	アクア
CN ⁻	シアニド
OH ⁻	ヒドロキシド
Cl ⁻	クロリド

■解答 ア. 共有電子対 イ. 分子 ウ. 5 エ. $\cdot\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}\cdot$ オ. $:\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}:$
カ. 4 キ. 3 ク. 不対電子 ケ. 原子価 コ. 3 サ. 1

〔基本問題〕

63. (構造式) 次の文中の () に適切な語句または数値を記入せよ。

原子の電子配置を考えると、最外殻電子を元素記号の上下左右に点・の形で示すことで共有結合の価標の数を知ることができる。例えば、炭素原子は価電子を (ア) 個持つので $\cdot\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}\cdot$ と表され、価標を4本持ち、 $-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}-$ と示される。同様に窒素原子の価電子 (イ) 個を $\cdot\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\cdot$ と書くが、上の2つの電子からなる非共有電子対は結合に関与しない。そこで窒素は価標が (ウ) 本となり、 $-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}-$ と示される。

また、酸素原子は価電子が (エ) 個なので $\cdot\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}\cdot$ と表すが、上下の非共有電子対は結合に関与しない。そこで酸素は価標が (オ) 本となり、 $-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-$ と示される。水素の価電子1個を $\text{H}\cdot$ と書くと価標は1本で、 $\text{H}-$ と示される。

したがって、水分子の構造は $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ のように表すことができる。このように分子内の原子の結合を表す化学式のことを (カ) という。

64. (分子・共有結合) 次の分子について、例にならって次の表を完成せよ。

	(例) H ₂	CH ₄	NH ₃
物質名	水素		
電子式	H:H		
共有電子対の数	1		
非共有電子対の数	0		
構造式	H—H		
1分子中に含まれる電子の総数	2		

	H ₂ O	CO ₂	N ₂
物質名			
電子式			
共有電子対の数			
非共有電子対の数			
構造式			
1分子中に含まれる電子の総数			

65. (分子) 次の分子式は物質名に、物質名は分子式を記入せよ。

分子式	物質名	物質名	分子式
H ₂ S	(ア)	塩素	(キ)
NO ₂	(イ)	硫酸	(ク)
CO	(ウ)	硝酸	(ケ)
F ₂	(エ)	過酸化水素	(コ)
O ₃	(オ)	フッ化水素	(サ)
HCl	(カ)	アルゴン	(シ)

[標準問題]

66. (構造式) 次の(1)~(4)の物質について、構造式を示せ。

- (1) C₂H₄ (2) C₂H₅OH (3) CH₃COOH (4) HCN

67. (共有結合と配位結合) 次のA~Eは分子またはイオンであり、原子番号が1から9までの原子の組み合わせでできている。A~Eの名称とその化学式を示せ。

A : 2個の原子核と2個の電子だけからなる分子。

B : 6個の価電子をもつ原子が2個結合した分子。

C : 7個の価電子をもつ原子と、1個の価電子をもつ原子とが結合した分子。

D : 4個の価電子をもつ原子と、6個の価電子をもつ原子とが結合した三原子分子。

E : 5個の価電子をもつ原子と、1個の価電子をもつ原子とが結合した分子が、H⁺と結合してできる多原子イオン。

68. (配位結合・錯イオン) 次の文中の空欄に適切な語句を記入せよ。また、下の問いに答えよ。

アンモニアに水素イオンが結合すると、アンモニウムイオン NH_4^+ を生じる。これは、アンモニア分子中の窒素原子がもっている1組の (ア) を水素イオンに与えて共有することでできる (イ) 結合によるものである。

金属の陽イオンに分子やイオンが (イ) 結合してできるイオンを特に (ウ) といい、このとき金属の陽イオンに結合する分子やイオンを (エ) という。

問 アンモニウムイオン NH_4^+ の電子式を示せ。

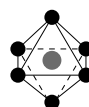
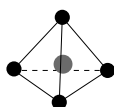
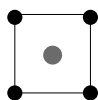
発展 69. (錯イオン) 次の(1)~(3)の錯イオンについて、例にならって表を完成せよ。

錯イオンの名称	金属イオン	配位子	配位数	錯イオンの化学式
例) テトラアンミン銅(II)イオン	Cu^{2+}	NH_3	4	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
(1) ジアンミン銀(I)イオン				
(2) テトラヒドロキソ亜鉛(II)酸イオン				
(3) ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン				

発展 70. (錯イオン) 次の錯イオンの構造はどれに該当するか。a~dの記号で答えよ。

- (1) テトラアクア銅(II)イオン (2) ジアンミン銀(I)イオン
 (3) ヘキサシアニド鉄(II)酸イオン (4) テトラアンミン亜鉛(II)イオン

a 直線形 b 正方形 c 正四面体形 d 正八面体形



● : 金属イオン ● : 配位子

れる石材として利用されている。空気や海水、石油など見かけは均一だが、組成はさまざまである。塩酸は水(H₂O)に気体である塩化水素(HCl)が溶解した水溶液である。

9. ①④⑤⑦

〔解説〕同素体が存在する元素として、硫黄、炭素、酸素、リン(S, C, O, P)がよく知られている。

10. (1)アCu (イ)P (ウ)He (エ)C (オ)Si (カ)Pb
 (キ)Cl (ク)Ni (ク)Zn (コ)I (サ)Au (シ)U
 (ス)Mn (セ)Sn (ソ)Cr
 (2)ア窒素 (イ)リチウム (ウ)銀 (エ)マグネシウム
 (オ)バリウム (カ)水銀 (キ)カルシウム (ク)鉄
 (ク)白金 (コ)アルミニウム (サ)硫黄
 (シ)ナトリウム (ス)臭素 (セ)ストロンチウム

11. (1)①ウ, ②C (2)①イ, ②B (3)①ア, ②A

〔解説〕(3)ナフタレンは昇華性物質で、防虫剤として用いられている。

12. ア赤 (イ)Ca (ウ)Na (エ)青緑 [問] ⑤

〔解説〕[問]炎色反応からK, 硝酸銀水溶液で白色沈殿を生じたことからClの存在がわかる。

13. 水を加えて食塩を溶かした後、ろ過して砂を取り出す。さらに、ろ液を蒸発皿で蒸発させて食塩を取り出す。(49字)

〔解説〕砂は水に不溶であり、塩化ナトリウムは水の沸点100℃前後では融解しない(融点801℃)。

14.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
操作	(カ)	(イ)	(ウ)	(ア)	(オ)	(エ)
原理	(d)	(b)	(c)	(e)	(a)	(f)

※(4)は操作(オ), 原理(a)も可。

〔解説〕(1)昇華法は、ヨウ素、ナフタレン、パラジクロロベンゼンなど昇華性物質の分離に用いられる。

(3)特に沸点の異なる2種類以上の液体混合物を蒸留によって分離する操作を分留といい、石油や液体空気分離・精製に用いられる。

15. (1)I(ウ) II(オ) III(ア) IV(エ) V(イ)

(2)アCl (b)Ca (c)Na

〔解説〕ア加熱すると黒くなるのは、炭素Cを含む砂糖である。

(イ)硝酸銀水溶液で白色沈殿を生じるのは塩化物イオン。炎色反応で橙赤色を示すのはCa。

(ウ)固形物が残らないのは水のみか、揮発性物質または気体が溶けている場合である。

(エ)黄色の炎色反応はNa, 石灰水に二酸化炭素を通すとCaCO₃の白色沈殿を生じる。

16. (1)A (2)B (3)B (4)A (5)A (6)B (7)B
 (8)A

〔解説〕単体は固有の性質をもつ物質としての存在であり、元素は物質の成分となる原子の種類である。

呼称に「○○ガス」「□□のかたまり」などを補って意味が通れば単体である。

17. (1)白い粉末の入った試験管の口を水平の位置から少し下げる。

理由：生じた液体が熱せられた試験管の底のほうに移動し、試験管が割れないようにするため。

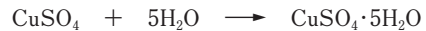
(2)二酸化炭素, C (3)青 (4)H₂O, H

(5)ナトリウム (6)(ウ)

〔解説〕(1)白い粉末を加熱することで液体が生じることが考えられる。この生じた液体が加熱部にたまり熱せられることで、試験管が割れるのを防ぐため試験管の口を水平の位置から少し下げる。

(2)石灰水が白濁することから、発生した気体は二酸化炭素であり、炭素Cの存在が確認できる。この反応のように、沈殿が生成することで確認できる元素の検出法としては、溶液に硝酸銀水溶液を加えて白濁することを利用した塩素の検出などがある。

(3)(4)硫酸銅(Ⅱ)無水塩(白色)は水を吸収すると硫酸銅(Ⅱ)五水和物(青色)に変化する。



つまり白色の硫酸銅(Ⅱ)無水塩が青色に変化したことから、発生した液体が水であることが確認でき、水素Hの存在が確認できる。

(5)炎色反応における黄色の炎色は、ナトリウムNaに特有のものであるため、水溶液中にナトリウムNaが存在していることを確認できる。

(6)一連の実験で確認できた物質や元素は、CO₂, 水素H, ナトリウムNaであることから、白い粉末は、ベーキングパウダーであることがわかる。ベーキングパウダーの成分は炭酸水素ナトリウムであり、炭酸水素ナトリウムの熱分解は次のような化学反応式で示される。



3. 物質の三態

18. (1)昇華 (2)凝縮 (3)凝固 (4)蒸発 (5)融解 (6)凝華
 固体：C, 液体：B, 気体：A

〔解説〕固体が直接気体になる変化は、昇華という。(気体が直接固体になる変化も昇華とよぶことや、凝華とよぶこともある。)

19. (1)C (2)P (3)P (4)P (5)C

〔解説〕分留や蒸留などの分離操作は、状態変化を利用するもので、物理変化である。融解や溶解も物質の種類は変わらず、物理変化である。電気分解など、別の種類の物質に変化するのが化学変化である。

20. (1)273 (2)309 (3)102 (4)−250 (5)37 (6)22

〔解説〕絶対温度T[K]とセルシウス温度t[℃]の間には次のような関係がある。

$$T [K] = t [^{\circ}C] + 273$$

絶対温度で0 Kのことを絶対零度といい、セルシウス温度では、 $-273^{\circ}C$ である。

- (1) $T = 0 + 273 = 273 K$ (2) $T = 36 + 273 = 309 K$
 (3) $t = 375 - 273 = 102^{\circ}C$ (4) $t = 23 - 273 = -250^{\circ}C$
 (5) 絶対温度の目盛りの間隔はセルシウス温度と同じである。 $25^{\circ}C$ より12 K高い温度は、 $25 + 12 = 37^{\circ}C$ である。
 (6) 373 Kをセルシウス温度で示すと $100^{\circ}C$ である。 $100^{\circ}C$ は $78^{\circ}C$ より $22^{\circ}C$ 高い。

21. (ア)三態 (イ)圧力 (ウ)熱運動 (エ)273

(オ)絶対零度 (カ)絶対温度 (キ)K(ケルビン)

【解説】(1)外圧まで蒸気圧が高まれば、液体内部で生じる気泡は押しつぶされず、沸騰がはじまる。逆に密閉容器内で減圧すると、水は $100^{\circ}C$ 以下でも沸騰する。
 (2)絶対温度はセ氏温度と目盛幅が同じで負の値をもたない。

22. (1)昇華 (2)凝縮 (3)蒸発 (4)凝固 (5)融解
 (6)蒸発 (7)昇華

【解説】(4)一般に、物質が凝固するとき体積は小さくなるが、水は、 $4^{\circ}C$ のとき最も体積が小さく(=密度最大)、凝固すると体積が増える例外的な物質である。

23. (1) a : 融点 b : 沸点

(2) A B間 : (ウ) B C間 : (イ) C D間 : (エ)
 D E間 : (ア) E F間 : (オ)

(3) 加えたエネルギーのすべてが、状態変化に使われるため。

【解説】(3)物質に加えられたエネルギーは、温度を上昇させるだけでなく、状態変化にも使われる。なお、固体→液体の変化よりも液体→気体の方がより多くの熱エネルギーを要するのは、粒子間の引力に逆らって粒子を大きく引き離すのにエネルギーが使われるためである。

24. (ア)固体 (イ)振動 (ウ)体積 (エ)形 (オ)液体
 (カ)大き (キ)流動性 (ク)蒸発 (ケ)沸騰 (コ)昇華

【解説】三態の中では、気体の状態が粒子のもつ熱運動のエネルギーが最も大きい。

4. 原子の構造

25. (ア)電子 (イ)陽子 (ウ)中性子 (エ)質量数
 (オ)原子番号 (カ) ${}^4_2\text{He}$ (キ)等しい

【解説】原子の中で質量数1の水素原子(${}^1_1\text{H}$)のみが中性子をもたない。

26.

	${}^1_1\text{H}$	${}^{19}_9\text{F}$	${}^{65}_{29}\text{Cu}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	${}^{30}_{14}\text{Si}$	${}^{32}_{16}\text{S}$
元素名	水素	フッ素	銅	鉄	ケイ素	硫黄
原子番号	1	9	29	26	14	16
陽子数	1	9	29	26	14	16
中性子数	0	10	36	30	16	16
電子数	1	9	29	26	14	16
質量数	1	19	65	56	30	32

27.

	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{17}_8\text{O}$	${}^{18}_8\text{O}$
原子番号	6	6	8	8	8
質量数	12	13	16	17	18
陽子数	6	6	8	8	8
中性子数	6	7	8	9	10
電子数	6	6	8	8	8

【解説】元素が決まれば、原子番号=陽子数=電子数が一義的に決まる。中性子数は、質量数-原子番号を計算して求められる。原子番号が大きくなるにつれて中性子数は陽子数よりも多くなる。

28.

	${}^{14}_6\text{C}$	${}^{14}_7\text{N}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{20}_{10}\text{Ne}$	${}^{238}_{92}\text{U}$
陽子数	6	7	8	10	92
中性子数	8	7	8	10	146
電子数	6	7	8	10	92
価電子の数	4	5	6	0	

29.

	原子番号	元素記号	元素名	K殻	L殻	M殻
①	7	N	窒素	2	5	
②	14	Si	ケイ素	2	8	4
③	18	Ar	アルゴン	2	8	8

【解説】原子であれば電子数は原子番号と等しい。

30.

	例 He	(1) B	(2) Ne	(3) Cl	(4) Al
最外殻電子数	2	3	8	7	3
価電子数	0	3	0	7	3

【解説】18族元素(貴ガス(希ガス))は化学的に大変安定で価電子の数は0個とする。それ以外の元素では最外殻電子数=価電子数と考えてよい。

31. (1) A : 53 B : 53 (2) A : 131 B : 127

(3) A : 78 B : 74

【解説】同位体とは、原子番号が同じで質量数が異なるものである。化学的性質では、ほとんど区別できない。

(1) AとBは同位体であるので原子番号が等しい。すなわち53番、陽子数、電子数ともに53個である。

(2) Bの質量数をxとすると、Aの質量数は $x + 4$ となる。質量数の和が258より、 $2x + 4 = 258$ 、 $x = 127$ ゆえにAの質量数は131、Bは127となる。

(3) 中性子数=質量数-原子番号であるから、

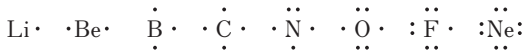
Aの中性子数 : $131 - 53 = 78$

Bの中性子数 : $127 - 53 = 74$

水素ナトリウムの別名である「重炭酸曹達」を略したものである。

8. 共有結合と分子

63. (1)ア4 (イ)5 (ウ)3 (エ)6 (オ)2 (カ)構造式
 [解説] 第2周期の各原子の電子式は、このようになる。

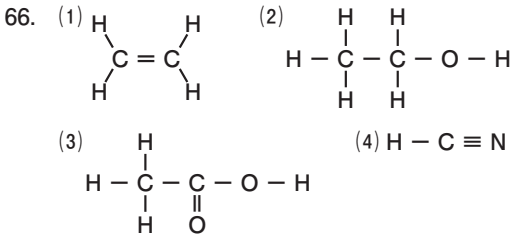


64.

物質名	CH ₄ メタン	NH ₃ アンモニア	H ₂ O 水	CO ₂ 二酸化炭素	N ₂ 窒素
電子式	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$	$:\text{N}::\text{N}:$
共有電子対	4	3	2	4	3
非共有電子対	0	1	2	4	2
構造式	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{N}=\text{N}$
電子の総数	10	10	10	22	14

[解説] 原子間で共有結合を構成している電子対を共有電子対、共有結合を構成していない電子対を非共有電子対という。原子のもつ電子の数=原子番号なので、1分子中に含まれる電子の総数は、
 CH₄ = 6 + 1 × 4 = 10, NH₃ = 7 + 1 × 3 = 10
 H₂O = 1 × 2 + 8 = 10, CO₂ = 6 + 8 × 2 = 22
 N₂ = 7 × 2 = 14

65. (ア)硫化水素 (イ)二酸化窒素 (ウ)一酸化炭素
 (エ)フッ素 (オ)オゾン (カ)塩化水素
 (キ)Cl₂ (ク)H₂SO₄ (ケ)HNO₃
 (コ)H₂O₂ (サ)HF (シ)Ar



[解説] 原子には取り込むことのできる電子の数によって、持ちうる価標の数が決まっている。これを原子価といい、Hは1、Oは2、Nは3、Cは4である。よって、含まれる原子の種類や数、原子価によって構造式を決定することができる。

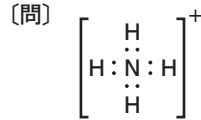
67. A. 水素H₂ B. 酸素O₂ C. フッ化水素HF
 D. 二酸化炭素CO₂
 E. アンモニウムイオンNH₄⁺

[解説] 原子番号20番までの元素名、元素記号は、記憶しておくこと。原子番号から、電子配置が書けるようにしておく。価電子の数がすぐ言えるようにしておく。(原子番号1～20番までの周期表を書け

るようにしておくこと)

共有結合では、貴ガス(希ガス)型の電子配置になるために、不足する電子の数だけ、相手と電子を出し合い電子対をつくり、それを共有して結合する。例えば、水素の価電子は1個であり、ヘリウムと同じになるには1個不足なので、1個の電子(不対電子)を他の原子から出してもらい、1組の共有電子対をつくって結合する。

68. (ア)非共有電子対 (イ)配位 (ウ)錯イオン
 (エ)配位子



[解説] 配位子の名称は、通常の分子やイオンのときの名称と異なり、例えばNH₃はアンミン、CN⁻はシアニドという。錯イオン中の配位子の数を配位数といい、2個はジ、4個はテトラ、6個はヘキサなどギリシャ語の数詞を使う。

69.

	金属イオン	配位子	配位数	錯イオンの化学式
(1)	Ag ⁺	NH ₃	2	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺
(2)	Zn ²⁺	OH ⁻	4	[Zn(OH) ₄] ²⁻
(3)	Fe ³⁺	CN ⁻	6	[Fe(CN) ₆] ³⁻

[解説] 錯イオンの価数と符号は、[]内の金属イオンと配位子の電荷の合計から求められる。例えば(3)では、(+3) + (-1) × 6 = -3。錯イオンが陰イオンの場合、名称は「～酸イオン」となる。

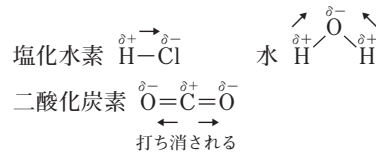
70. (1)b (2)a (3)d (4)c

[解説] 錯イオンの立体構造は金属イオンの電子配置と配位子の種類や数によって決まる。配位子が立体的に等しく離れた構造になる。

9. 分子の極性と分子結晶

71. (ア)共有 (イ)大き (ウ)塩素 (エ)水素 (オ)塩素
 (カ)電荷 (キ)極性 (ク)折れ線 (ケ)極性
 (コ)直線 (サ)無極性

[解説]



72. (1), (3), (5)

[解説] 分子間にはたらく引力は弱いので、低温でも分子間の結合が切れやすく、常温では液体や気体として存在するものが多い。比較的分子量が大きい分子(グルコースやヨウ素)は固体として存在するが、