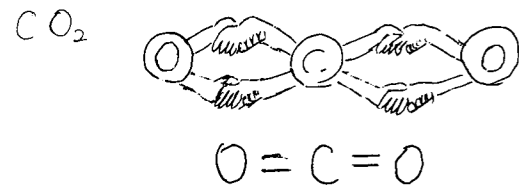
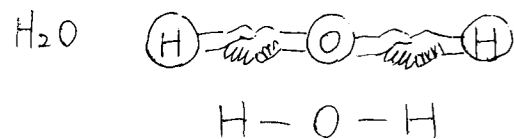
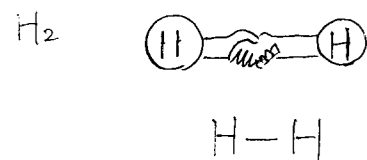
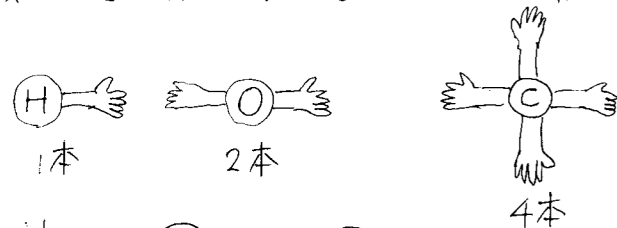


原子の種類と価数

原子	原子価	構造式の一例
H, F, Cl, Br, I	1価	H-, F-, Cl-, Br-, I-
C, Si	4価	C Si
N, P	3価	N P
O, S	2価	O S

価数…手の数にたとえられる。結合=手を結ぶこと

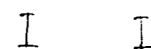


複数の手があるとき、
 同じ相手と
 複数の手を結んでも
 よい。

構造式を書くときは、全ての原子が全ての手(価標)を使うように書く。

問 次の物質の構造式を記せ。

(1) ヨウ素 I_2



(2) フッ化水素 HF



(3) シアン化水素 HCN

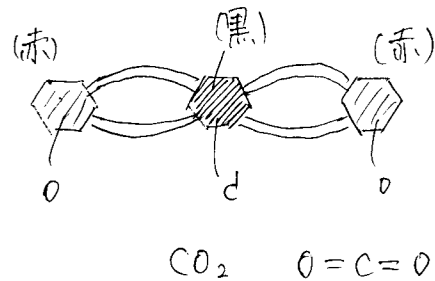
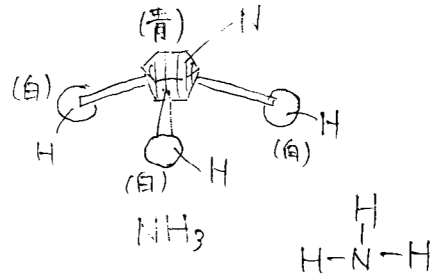
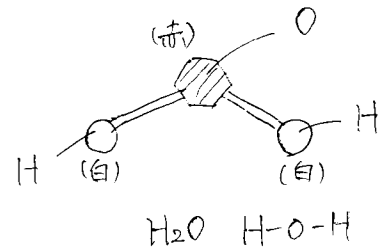
(4) 過酸化水素 H_2O_2

(5) アンモニア NH_3

(6) 四塩化炭素 CCl_4

分子模型 ... 分子の形を予想するとき組み立てる。

例えば薬の開発のときにあてす、ほうで有効薬を探すのではなく、分子模型を参考にして毒物とからみやすい形の物質をつくる。



原子価 ... 何本の棒がささって
いるか

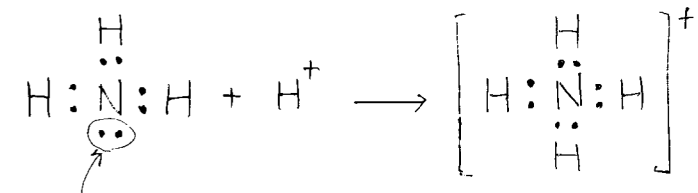
原子	棒の数	
炭素 (C)	4本もつ (黒)	
酸素 (O)	2本もつ (赤)	
窒素 (N)	3本もつ (青)	

配位結合 ... 2つの粒子 (イオン・分子など) のうち

一方のみが 非共有電子対 を出してできる結合

例 アンモニウムイオン NH_4^+ , オキシニウムイオン H_3O^+
「アンモニウムイオン NH_4^+ 」

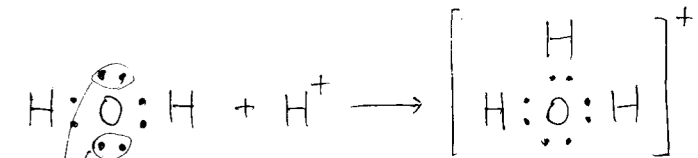
アンモニア分子 NH_3 と _____ からできる。



NH_3 分子の _____

「オキシニウムイオン H_3O^+ 」

水分子 H_2O と 水素イオン H^+ からできる。



H_2O 分子の _____

テーマ 分子模型を組み立てる

目的 分子の模型の組み立てを通して分子の立体的な構造について理解する。分子の構造式を書けるようにする。

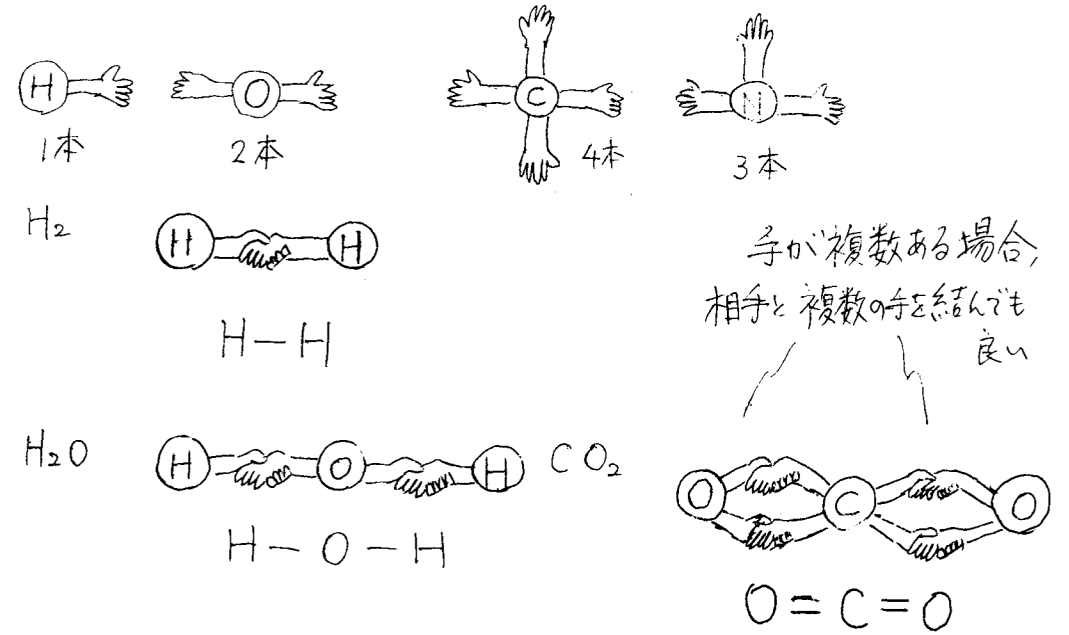
緒言 分子の立体的な構造(形や大きさなど)を知る方法の1つに分子模型の組み立てが挙げられる。分子模型を組み立てることにより、紙面ではわからない分子の形状を視覚的に理解することができる。現在はコンピュータ上で分子の模型をつくり、医療に役立つ薬を設計したり、病気の原因となる物質の動きをシミュレーションしたりするなどして役立てられている。実際に分子模型を組み立てることによって分子の形や構造式の組み立て方を理解する一助としてほしい。

実習 分子の構造式を書き、それをもとに分子模型を組み立てる
 構造式を書くにあたり、原子の種類ごとに何本の価標をもつか決まっている。この数のことを _____ という。

表 原子の種類と原子価

原子	原子価	構造式の一例
H, F, Cl, Br, I	価	H-, F-, Cl-, Br-, I-
C, Si	価	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ -Si- \\ \end{array}$
N, P	価	$\begin{array}{c} \\ -N- \\ \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ -P- \\ \end{array}$
O, S	価	-O- -S-

原子価は「手の数」にたとえられる。結合=手を結ぶこと



構造式を書くときは、全ての原子が全ての手(価標)を使うように書く。

問 次の物質の構造式を記せ。

(1) ヨウ素 I₂

(2) フッ化水素 HF



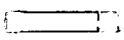

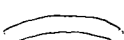





(3) シアン化水素 HCN

(4) 過酸化水素 H₂O₂

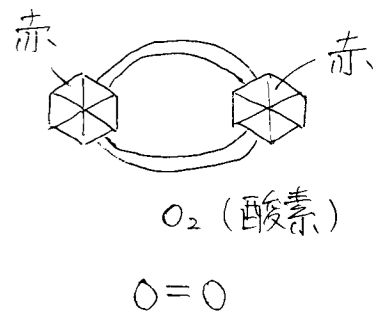
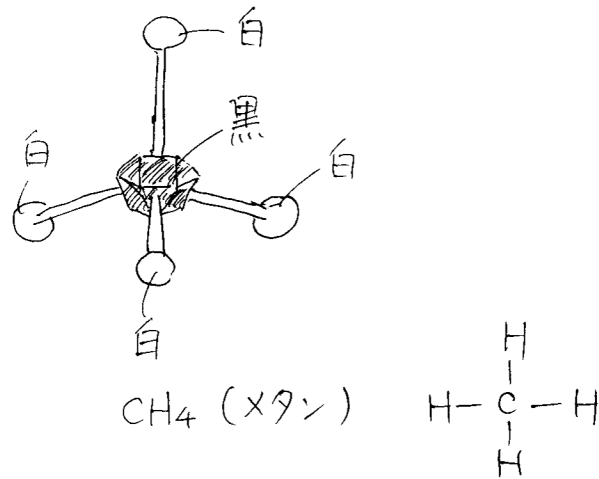
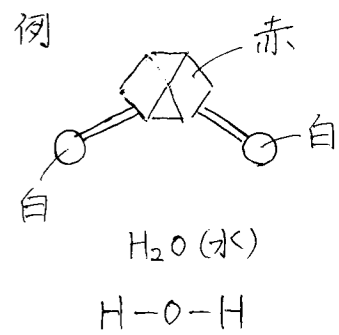
(5) アンモニア NH₃

(6) 四塩化炭素 CCl₄

分子模型は球と棒で次のように対応している。

- (白) H 水素  単結合
-  (黒) C 炭素  二重結合  三重結合
-  (青) N 窒素
-  (赤) O 酸素
-  (緑) Cl 塩素  (黄) S 硫黄

各原子の原子価を考え模型を組み立てる。



各自分子を決めて分子を組み立てよ。

- 分子例 CH₃OH メタノール
H₂ 水素 NH₃ アンモニア
H₂S 硫化水素

課題 次の(1)~(4)の化学式で表される分子の構造式を書き、その分子模型を組み立てよ。

- (1) CH₃CH₂OH (エタノール) ... アルกอฮอล์。消毒液、酒に含まれる。
 - (2) CH₃CHO (アセトアルデヒド) ... 飲酒すると酔う。二日酔いの原因物質。
 - (3) CH₃COOH (酢酸) ... 酢の主成分。
 - (4) CH₃CH₂CH₃ (プロパン) ... ボンベ詰めの燃料によく用いられる。
- n=0, 1, 2, 3, ... とするとき、出席番号が
4n で表される人は(1)を、4n+1 で表される人は(2)を、
4n+2 で表される人は(3)を、4n+3 で表される人は(4)を
選んで答えよ。

選んだ分子 _____
構造式 _____

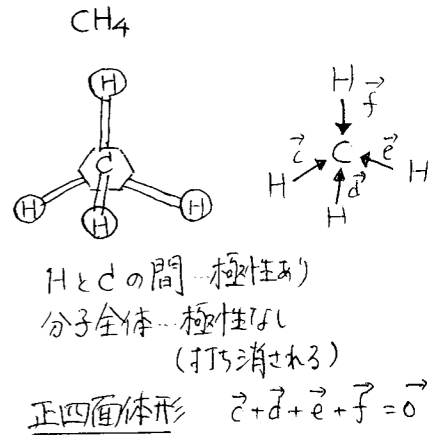
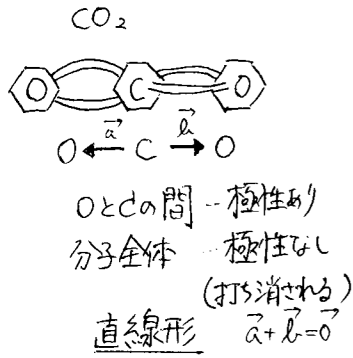
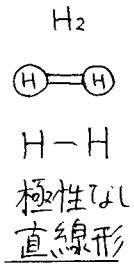
感想 _____

実習日 _____
年 月 日
クラス 番号 名前

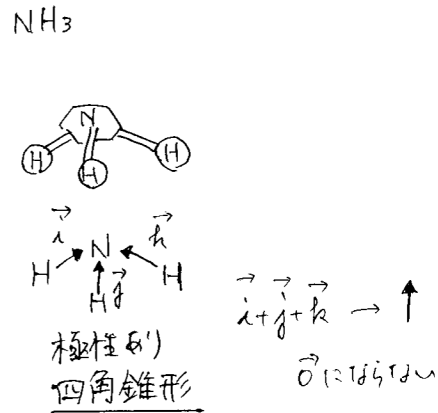
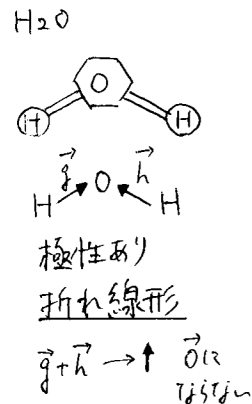
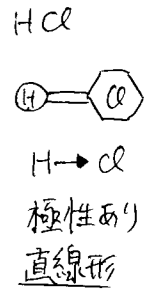
極性分子と無極性分子

X→Y ... Y側に共有電子対のかたよりのある

<無極性分子>



<極性分子>

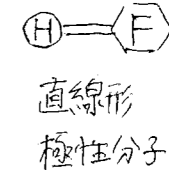


問16 分子の形を予想し、極性・無極性の分子に分類せよ。

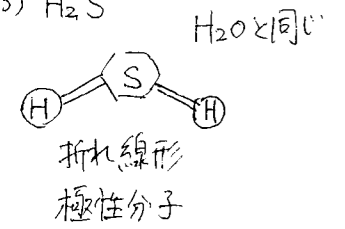
(1) N₂



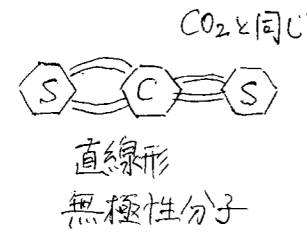
(2) HF



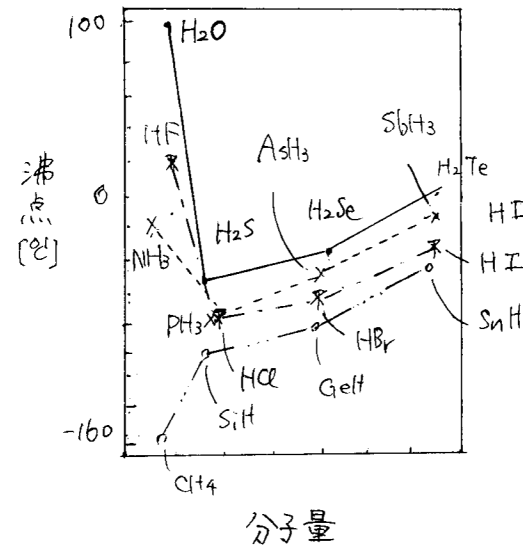
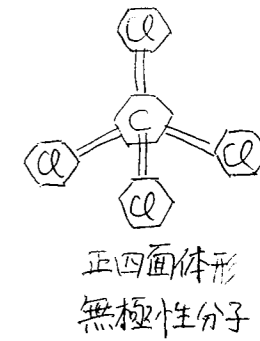
(3) H₂S



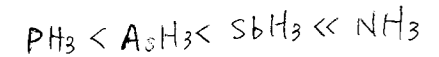
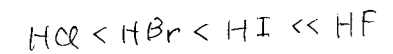
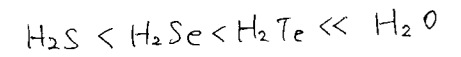
(4) CS₂



(5) CCl₄



沸点



水素と窒素・酸素・フッ素の原子の間では強い分子間力が生じる

3 分子の極性と分子間にはたらく力

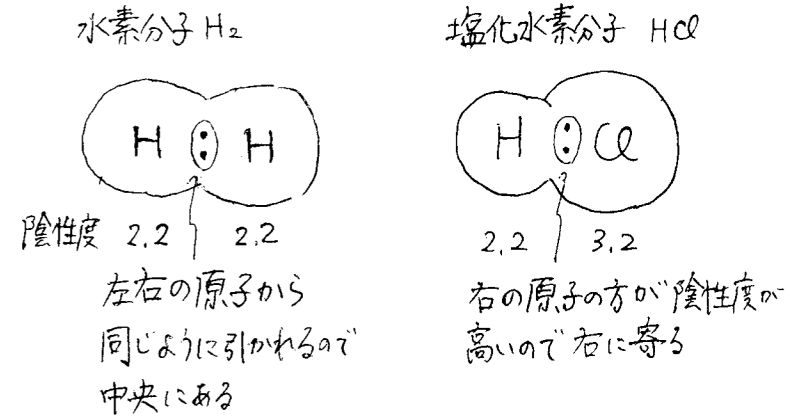
分子の形と性質

	物質例	分子の形		極性
X-X 型	水素 H ₂ 酸素 O ₂ 窒素 N ₂		直線形	なし
X-Y 型	塩化水素 HCl フッ化水素 HF			あり
H ₂ O 型	水 H ₂ O 硫化水素 H ₂ S		折れ線形	あり
CO ₂ 型	二酸化炭素 CO ₂ 二硫化炭素 CS ₂		直線形	なし (全体で)
NH ₃ 型	アンモニア NH ₃		三角錐形	あり
CH ₄ 型	メタン CH ₄ 四塩化炭素 CCl ₄		正四面体形	なし

↑
「〇〇型」というのは正式名称ではない。
覚えやすいように便宜的に付けた名前である。

A 電気陰性度と極性

... 原子が共有電子対を引っつける強さの程度を表した値のこと

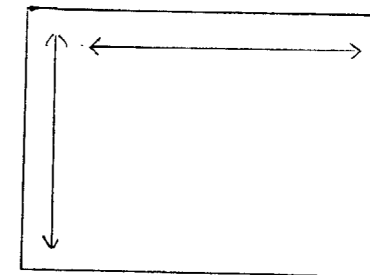


... 共有結合している原子間で電荷の存在する場所にかたよりのあること

かたよりのあること _____ , _____ がある
かたよりのないこと _____ , _____ がなし という

極性のある・なしを注目することで、分子の形を考えたり、物質の性質を考えたりするのに役立つ

周期表と電気陰性度

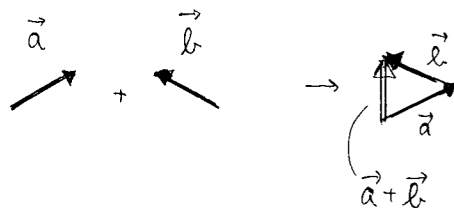
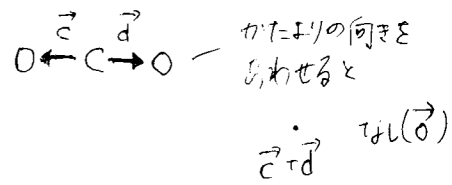
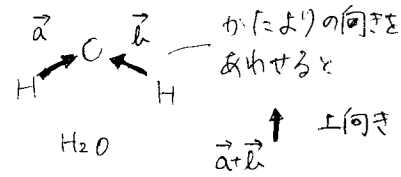
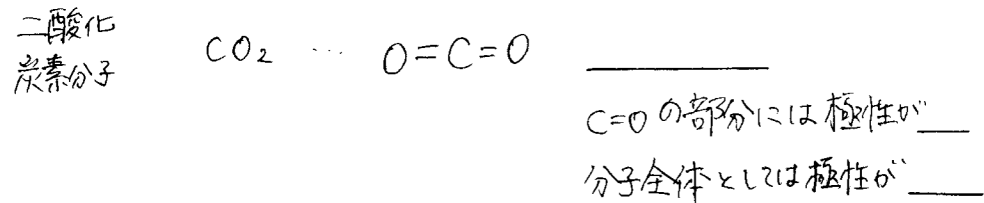
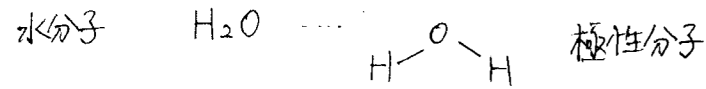


周期表の上に行くほど
陰性度は _____ ,
右に行くほど
陰性度は _____ なる。

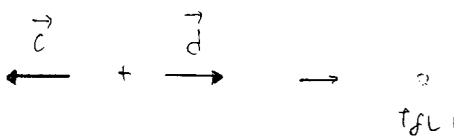
極性分子と無極性分子

_____ ... H-H, Cl-Cl のように極性の無い分子

_____ ... H-Cl, H-F のように極性のある分子



分子全体として
かたよりの
上向きとなる



分子全体として
かたよりの
ない (打ち消される)

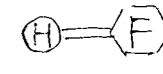
問16改 分子の形を予想し、極性・無極性の分子に分類せよ。

(1) N₂



直線形
無極性分子

(2) HF



直線形
極性分子

(3) H₂S

H₂Oと同じ



折れ線形
極性分子

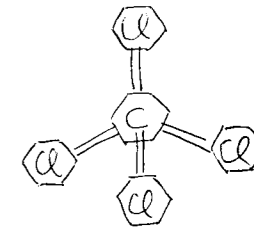
(4) CS₂

CO₂と同じ



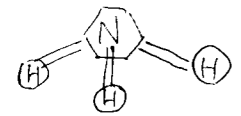
直線形
無極性分子

(5) CCl₄



正四面体形
無極性分子

(6) NH₃

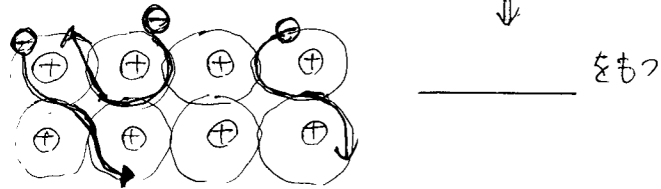


四角錐形
極性分子

5 金属結合と金属

... 金属元素の原子どうしの結合

特徴 ・ _____ をもち、結晶の中を自由に動くことができる



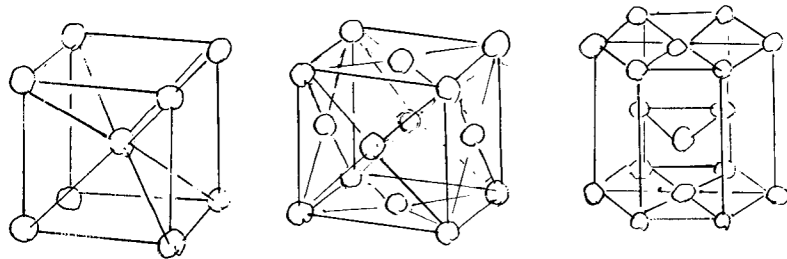
↓ _____ をもち
 ・ _____ (薄く広げられる性質) をもち 例 金箔・銀箔
 _____ (引き延ばされる性質)

・ 熱を伝えやすい

電気を流すもの → _____ 両者の中間のもの _____
 電気を流さないもの _____

2014年ノーベル物理学賞で話題となった青色LEDには半導体が用いられている

・ _____ 規則正しい配列の最小単位



格子

格子

(立方体)の中心に原子がある

面の中心に原子がある

例 _____

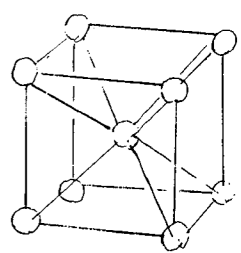
例 _____

例 _____

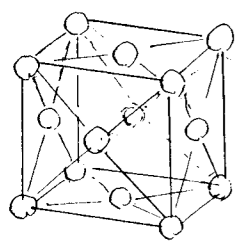
結合のまとめ

結合の名称	構成元素	結合の強さ		
イオン結合	金属元素と非金属元素	強い		
共有結合	非金属元素	とても強い		
金属結合	金属元素	強い		
結晶の種類	物質例	融点	導伝性	特徴
イオン結晶 	塩化ナトリウム NaCl 水酸化ナトリウム NaOH	高い	なし	硬く もろい 結晶格子
共有結合結晶 	ダイヤモンド 黒鉛 C 二酸化ケイ素 SiO ₂	高い	なし (黒鉛は例外)	硬い
金属結晶 	銅 Cu 鉄 Fe アルミニウム Al	高い	あり	展性・延性 もち 結晶格子
分子結晶 	ドライアイス CO ₂ 氷 H ₂ O ↓ 弱い分子間力	低い	なし	やわらかい くたけやすい

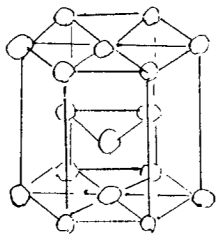
規則正しい配列の最小単位



格子



格子



(立方)体の中心に
原子がある

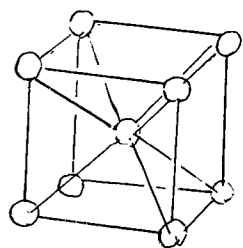
面の中心に原子がある

例 _____

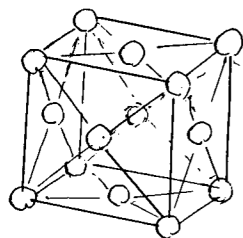
例 _____

例 _____

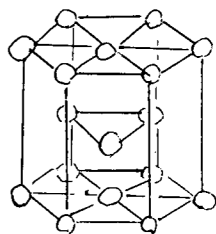
格子中の原子の個数



$\frac{1}{8}$ 個の原子 ___ 個
1個の原子 ___ 個
合計 ___ 個



$\frac{1}{8}$ 個の原子 ___ 個
 $\frac{1}{2}$ 個の原子 ___ 個
合計 ___ 個

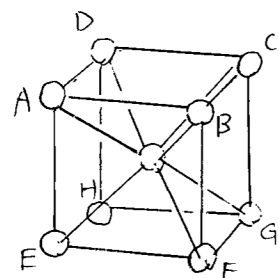


$\frac{1}{6}$ 個の原子 ___ 個
 $\frac{1}{2}$ 個の原子 ___ 個
1個の原子 ___ 個
合計 ___ 個

充填率... 結晶格子の体積のうち、何%が
原子の体積で占められているか表したもの

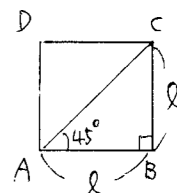
結晶格子の一邊の長さ と 原子の半径 を 求め、計算する

充填率



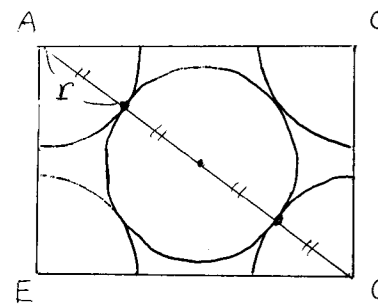
体心立方格子

格子の1辺の長さ l [m]
原子の半径 r [m]



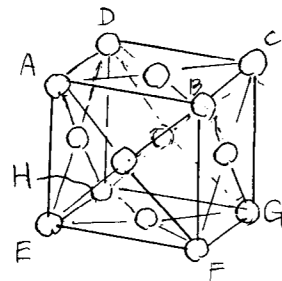
$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = 2l^2$$

$AC > 0$ より
 $AC = \sqrt{2}l$

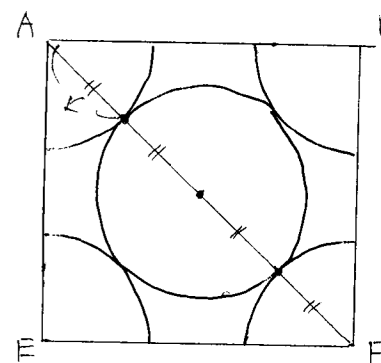


$$AG^2 = AC^2 + CG^2$$

よって
したがって
 $AG > 0$ より
 $AG =$ _____ l



面心立方格子



$$AF^2 = AE^2 + EF^2$$

$AF > 0$ より

$AF =$ _____ l

半径 r の球の体積 $\frac{4}{3}\pi r^3$

体心立方格子の充填率 $\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times}{l^3} \times 100 =$ _____ $\%$

面心立方格子の充填率 $\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times}{l^3} \times 100 =$ _____ $\%$

補足資料 ^{いりてん} 充填率の求め方

充填率…結晶格子の体積のうち、原子の体積が占める割合

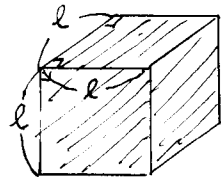
$$\begin{aligned} \text{充填率} &= \frac{\text{結晶格子内の原子の体積}}{\text{結晶格子の体積}} \times 100 [\%] \\ &= \frac{\text{原子1個の体積} \times \text{結晶格子内の原子数}}{\text{結晶格子の体積}} \times 100 [\%] \end{aligned}$$

$$= \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times x}{l^3} \times 100 [\%] \quad \text{--- ①}$$

$\left\{ \begin{array}{l} r: \text{原子半径} \\ l: \text{結晶格子の一辺の長さ} \\ x: \text{結晶格子内の原子数} \end{array} \right.$

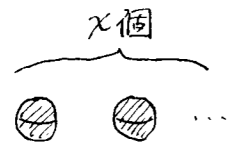
(体心立方格子は2, 面心立方格子は4)

①式において l と r の関係式を用いて l と r を消去すると求まる。
充填率が求まる。



結晶格子

体積 l^3



原子

体積 $\frac{4}{3}\pi r^3 \times x$

半径 r の球の体積は $\frac{4}{3}\pi r^3$

(数学で「積分」を学ぶと)
(この式が求められる) →

〈体心立方格子の充填率〉

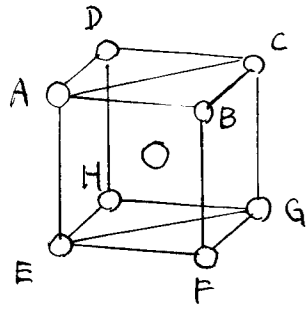


図1

体心立方格子を AEGC の面で切断すると (図2), 切断面は図3 のようになる。

AC は直角三角形 ADC の対角線なので $AC^2 = AD^2 + CD^2 = 2l^2$
よって $AC = \sqrt{2}l$

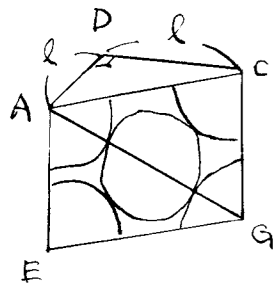


図2

直角三角形 ACG に注目する。AG の長さは半径の4倍にあたるので、 $AG = 4r$ である。

AG は直角三角形 ACG の対角線であるので、

$$AG^2 = AC^2 + GC^2$$

$$(4r)^2 = (\sqrt{2}l)^2 + l^2 = 3l^2$$

$$\text{よって } 4r = \sqrt{3}l \quad \text{よって } r = \frac{\sqrt{3}}{4}l$$

充填率は①式に $r = \frac{\sqrt{3}}{4}l$ と $x = 2$ を代入すると求まる。

$$(\text{充填率}) = \frac{\frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{\sqrt{3}}{4}l\right)^3 \times 2}{l^3} \times 100$$

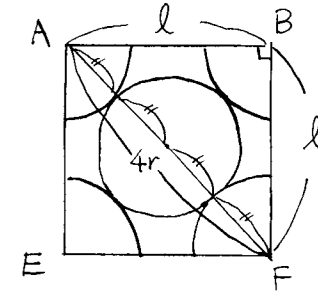
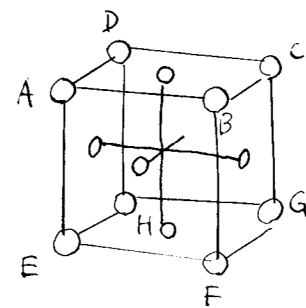
$$= \frac{\frac{4}{3}\pi \times \frac{3\sqrt{3}}{64}l^3 \times 2}{l^3} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{8}\pi \times 100$$

$$= 67.9 \dots$$

$$\approx \underline{\underline{68\%}}$$

〈面心立方格子の充填率〉



直角三角形 ABF に注目する。AF の長さは半径の4倍にあたるので、 $AF = 4r$ である。

AF は直角三角形 ABF の対角線であるので

$$AF^2 = AB^2 + FB^2$$

$$(4r)^2 = l^2 + l^2 = 2l^2$$

$$\text{よって } 4r = \sqrt{2}l \quad \text{よって } r = \frac{\sqrt{2}}{4}l$$

充填率は①式に $r = \frac{\sqrt{2}}{4}l$ と $x = 4$ を代入すると求まる。

$$(\text{充填率}) = \frac{\frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{\sqrt{2}}{4}l\right)^3 \times 4}{l^3} \times 100$$

$$= \frac{\frac{4}{3}\pi \times \frac{2\sqrt{2}}{64}l^3 \times 4}{l^3} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{6}\pi \times 100$$

$$= 73.7 \dots$$

$$\approx \underline{\underline{74\%}}$$