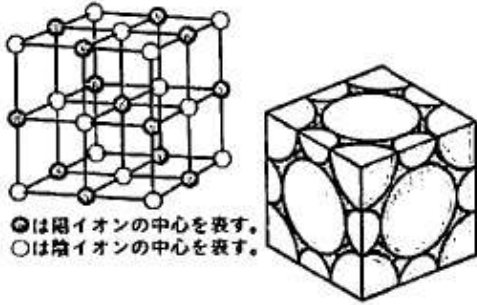
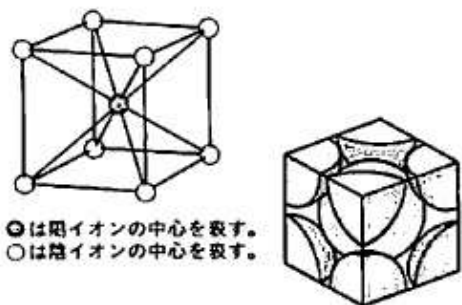
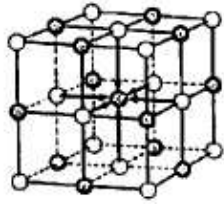
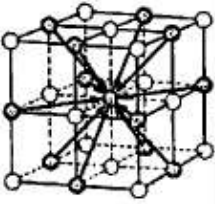
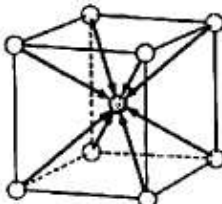
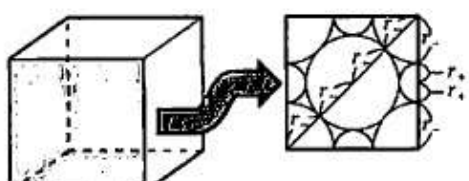
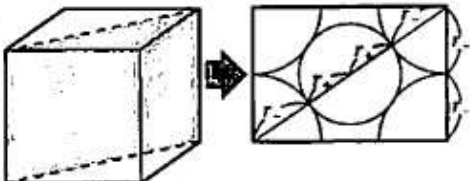


イオン結晶

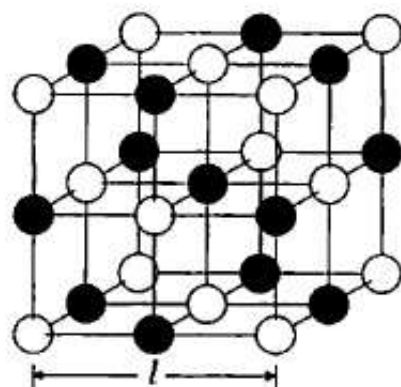
「イオン結晶」で用いる知識

	塩化ナトリウム型 (NaCl型)	塩化セシウム型 (CsCl型)
単位格子中のイオンの配置(左上)と剛体球モデル(右下)	 ●は陽イオンの中心を表す。 ○は陰イオンの中心を表す。	 ●は陽イオンの中心を表す。 ○は陰イオンの中心を表す。
単位格子中のイオン間の距離	知識⑩ 単位格子の一边の長さを l とすると、 下左図のように、ある1個のイオンは 距離 $\frac{1}{2}l$ にある6個の異符号のイオンに 囲まれている。  単位格子の一边の長さを l とすると、 上右図のように、ある1個のイオンは 距離 $\frac{\sqrt{2}}{2}l$ にある12個の同符号のイオンに 囲まれている。 	知識⑬ 単位格子の一边の長さを l とすると、 ある1個のイオンは距離 $\frac{\sqrt{3}}{2}l$ にある 8個の異符号のイオンに囲まれている。 
単位格子中のイオンのペア数	知識⑪ 陽イオン：4個 陰イオン：4個 } 4ペア	知識⑭ 陽イオン：1個 陰イオン：1個 } 1ペア
限界半径比	知識⑫  $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{2} - 1 (r_+ < r_- \text{ のとき})$	知識⑮  $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{3} - 1 (r_+ < r_- \text{ のとき})$

〔注〕 限界半径比とは、ここでは、陰イオンと陽イオンが互いに接し、かつ、陰イオンどうしも互いに接した場合の陰イオン半径 r_- に対する陽イオン半径 r_+ の比をさす。イオン結晶の成立条件に関わってくる値である。

例題 4 NaCl 型(イオン間距離)

NaCl 型と呼ばれる結晶構造の基本単位(単位格子)を右図に示す。この基本単位は一辺が l の立方体である。黒丸を A 原子、白丸を X 原子とし、A 原子または X 原子の配列だけを取り出してみると、各原子はそれぞれ面心立方格子を構成している。



NaCl 型結晶構造
の単位格子

問 原子 A と原子 X の間の最短距離 d_1 と原子 A と原子 X の間で第二番目に近い距離 d_2 を l を用いて表せ。

東北大/改

例題 5 NaCl 型(密度)

塩化ナトリウムはイオン結晶であり、その単位格子の一辺の長さは 0.552 nm である。これについて、以下の問いに答えよ。必要があれば次の数値を用いよ。

$\text{Na}=23.0$, $\text{Cl}=35.5$, アボガドロ定数 $=6.02 \times 10^{23} (\text{/mol})$,

$1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$

問 塩化ナトリウムの結晶の密度 (g/cm^3) を求めよ。答は有効数字 2 桁で記せ。なお、 $5.52^3=168.2$ を用いよ。

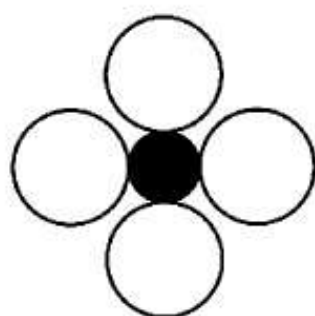
星薬科大

例題 6 NaCl 型(限界半径比)

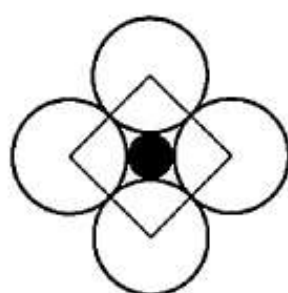
イオン結晶は、陰・陽のイオンが交互に規則正しく配列され、静電的な力で密につまった結晶構造をとる。陰・陽のイオンの価数が等しく、単位格子が正方形である仮想的な二次元イオン結晶を考え、一平面上で4個の陰イオンが1個の陽イオンを正方形の形で取り囲んだ4配位の構造を下図に示す。

下図の白丸は陰イオンを、黒丸は陽イオンをそれぞれ表す。陽イオン半径を r_+ 、陰イオン半径を r_- とし、イオン半径比 r を $r = \frac{r_+}{r_-}$ と定義する。

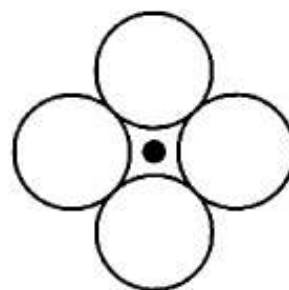
図(b)は、イオンを剛体と考え、陰・陽両イオンも陰イオンどうしも互いに接した構造を示す。この場合の陰イオン半径に対する陽イオン半径の比を r_0 とすると、 r_0 の値は正方形の大きさとは無関係に定まる。イオン半径比 r が r_0 より大きい場合は、図(a)に示すように陰・陽両イオンが互いに接し、陰イオンどうしが離れた安定な構造となるが、 r が r_0 より小さい場合は、図(c)に示すように陰・陽両イオンが互いに接することができず、不安定な構造となり、 r が小さくなるにつれて、相対的に不安定性が増す。



(a) $r > r_0$



(b) $r = r_0$



(c) $r < r_0$

問 NaCl 型イオン結晶において、陰・陽両イオンも陰イオンどうしも互いに接した場合におけるイオン半径比 r_0 を有効数字3桁で求めよ。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$ の値を用いよ。

埼玉大

共有結合の結晶

「共有結合の結晶」で用いる知識

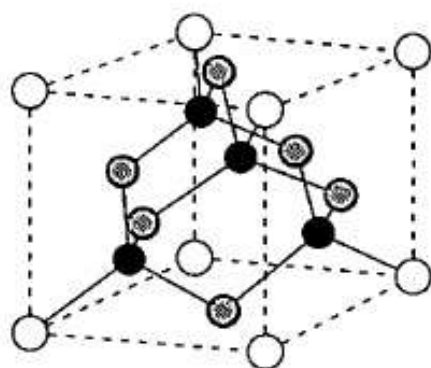
単位格子中の 原子の配置(左) と 剛体球モデル(右)	ダイヤモンド ◎と○はともに炭素原子の中心部分を表す。 注：この図は左図のA点からB点に向かってながめたものである。
単位格子中の 原子の個数	知識⑯ $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8 (\text{個})$
最近接の原子の数 (配位数)	知識⑰ 4 個
原子間距離 (中心間距離)R と 単位格子の 一辺の長さl との関係	知識⑱ $4R = \sqrt{3}l$

例題 7 ダイヤモンド(密度)

ケイ素の結晶もダイヤモンドと同じ構造をもつ。ケイ素の場合、右図の単位格子の体積は $1.60 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ である。ケイ素の原子量 28.09 を用いて、ケイ素の結晶の密度(g/cm^3)を求めよ。小数点以下第3位を四捨五入して答えよ。

ただし、必要があれば次の数値を用いよ。

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

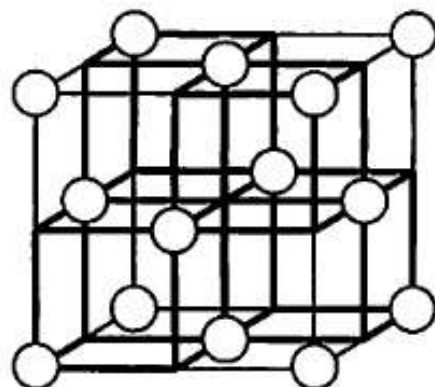


図：ダイヤモンドの単位格子
白色で示した原子は単位格子の頂点に、青色で示した原子は単位格子の面上に存在する。

北大

例題 8 ダイヤモンド(原子間距離)

銅の結晶の立方体型単位格子は図のように、8個の等しい小さい立方体の集まりとみなせる。この小立方体の一つおきの中心(太線で示した小立方体の中心)に、1個ずつ計4個の塩化物イオンを配置することにより、新たに塩化銅(I)の結晶の単位格子が導ける。さらに、この導かれた単位格子中のすべての銅イオンと塩化物イオンを炭素原子に置き換えると、ダイヤモンドの単位格子となる。ダイヤモンドの炭素-炭素結合距離は 0.15 nm である。



問 ダイヤモンドの単位格子の一辺の長さ(nm)はいくらか。小数点以下第3位を四捨五入し、小数点以下第2位まで求めよ。 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

岡山大