第 1 問

解　説

問 1

a　$\boxed{\ 1\ }$　②

単位格子に含まれる原子の数を数える。

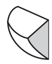
↓頂点に位置する原子

$$\frac{1}{2}\times 6+\frac{1}{8}\times 8=4\,〔個〕$$

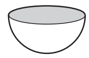
↑面の中心に位置する原子

◀単位格子中の粒子の数え方

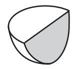
頂点 $\frac{1}{8}$ 個分



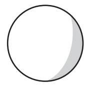
面の中心 $\frac{1}{2}$ 個分



辺の中心 $\frac{1}{4}$ 個分



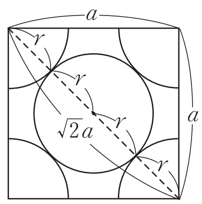
中心または内部
1 個分



b　$\boxed{\ 2\ }$　①

面心立方格子では，**面の対角線上で原子が接している**。単位格子の一辺の長さを a〔cm〕，原子の半径を r〔cm〕とすると，右図より，次の式が成り立つ。

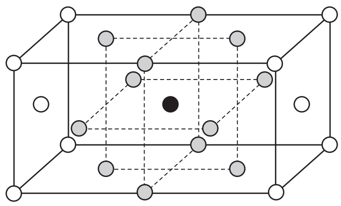
$$4r=\sqrt{2}\,a \qquad \therefore\ \ r=\frac{\sqrt{2}\,a}{4}\,〔\mathrm{cm}〕$$



◀面心立方格子では格子の面上で粒子が接している。左図の●について破線で示した 3 つの「面」を意識しよう。

c　$\boxed{\ 3\ }$　④

下図のように格子を 2 つつなげるとわかりやすい。中心の●には，12 個が接する。



d　$\boxed{\ 4\ }$　⑥

$$\textbf{密度}\,〔\mathrm{g/cm^3}〕=\frac{\textbf{単位格子中の原子の質量}\,〔\mathrm{g}〕}{\textbf{単位格子の体積}\,〔\mathrm{cm^3}〕}$$

$$=\frac{\textbf{単位格子中の原子数}\times\textbf{原子 1 個の質量}\,〔\mathrm{g}〕}{\textbf{単位格子の体積}\,〔\mathrm{cm^3}〕}$$

銅の原子量を M とすると，密度について次の式が成り立つ。

$$d\,〔\mathrm{g/cm^3}〕=\frac{4\times\dfrac{M}{N_A}}{a^3} \qquad \therefore\ \ M=\frac{a^3dN_A}{4}$$

◀　原子 1 個の質量

$$=\frac{原子量}{アボガドロ定数}$$

$$=\frac{M}{N_A}$$

問 2　$\boxed{\ 5\ }$　③

① 体心立方格子に含まれる原子の数は次のように求められる。

↓頂点に位置する原子

$$1+\frac{1}{8}\times 8=2\,〔個〕$$

↑中心に位置する原子

面心立方格子に含まれる原子は 4 個である。したがって

（単位格子に含まれる原子数）；**A**＞**B**　……………（正）

◀**問 1 a** より。

② 面心立方格子中で 1 個の原子に接する原子は 12 個である。体

◀**問 1 c** より。

心立方格子で，中心の原子は各頂点の 8 個の原子と接している。

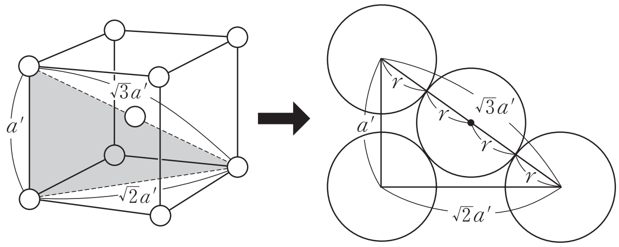
(1 個の原子に接する原子の数)；**A**＞**B**　…………(**正**)

③　面心立方格子では次の関係が成り立つ。格子の一辺の長さを a〔cm〕，原子の半径を r〔cm〕とすると

$$4r=\sqrt{2}\,a \qquad \therefore \quad a=\frac{4r}{\sqrt{2}}$$

◀**問 1 b** の図も参照。

体心立方格子では，**格子の体対角線上で原子が接している**。



単位格子の一辺の長さを a'〔cm〕とする。原子の半径は面心立方格子のときと変わらないので，次の式が成り立つ。

$$4r=\sqrt{3}\,a' \qquad \therefore \quad a'=\frac{4r}{\sqrt{3}}$$

$\sqrt{2}<\sqrt{3}$ より，$a>a'$ である。

(原子半径が同じときの単位格子の一辺の長さ)；**A**＞**B**

(**誤**)

④，⑤　面心立方格子と体心立方格子とでは，**面心立方格子の方が，粒子が密に詰まっている**。したがって，**格子での原子の空間占有率も，密度も，A の方が大きい**。

(原子の空間占有率)；**A**＞**B**　…………………………(**正**)

(密度)；**A**＞**B**　……………………………………………(**正**)

補足　厳密に計算すると次のようになる。単位格子の体積に占める原子の体積の割合を「**充塡率**」という。

$$\text{充塡率〔\%〕}=\frac{\text{単位格子に含まれる原子の体積}}{\text{単位格子の体積}}\times 100$$

③を用いて各格子の充塡率を求めると

$$\text{面心立方格子}\quad \frac{4\times\dfrac{4\pi r^3}{3}}{\left(\dfrac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3}\times 100=\frac{\sqrt{2}}{6}\pi\times 100\fallingdotseq 23\pi$$

$$\text{体心立方格子}\quad \frac{2\times\dfrac{4\pi r^3}{3}}{\left(\dfrac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3}\times 100=\frac{\sqrt{3}}{8}\pi\times 100\fallingdotseq 21\pi$$

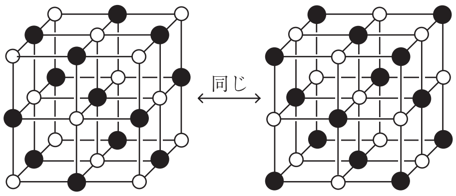
◀原子を半径 r の球とすると，その体積は，r と π を用いて $\dfrac{4\pi r^3}{3}$ と表すことができる。

密度を求めるには前述の式の原子1個の体積 $\frac{4\pi r^3}{3}$ を原子1個の質量 $\frac{M}{N_A}$ に置き換えればよいので，密度の大小関係は，充塡率の大小関係と同じである。

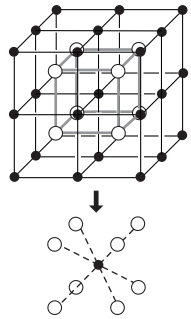
問3 $\boxed{6}$ ②

① 単位格子の中心の陽イオンには，各頂点の陰イオン8個が接している(**正**)。

② イオンの配列の規則性は同じなので，中心の粒子(陰イオン)で考えても同じである。また，格子の一辺の長さの半分だけずらして考えると，下図右のようになる。いずれの場合でも，**格子の中心のイオンには，異符号のイオンが6個隣接している**(**誤**)。



◀ 塩化セシウム型の陰イオンに着目する場合，8個の単位格子をつなげて考えるとよい。



③，④ 表にまとめると次のようになる。

	陽イオン	陰イオン
塩化セシウム型	中心；$\boxed{\textbf{1個}}$	各頂点；$\frac{1}{8}\times 8=$$\boxed{\textbf{1〔個〕}}$
塩化ナトリウム型	各頂点；$\frac{1}{8}\times 8=1$〔個〕 各面；$\frac{1}{2}\times 6=3$〔個〕 計 $\boxed{\textbf{4個}}$	中心；1個 各辺；$\frac{1}{4}\times 12=3$〔個〕 計 $\boxed{\textbf{4個}}$

単位格子に含まれるイオンの総数は

塩化セシウム型；2個 ……………………………(**正**)

塩化ナトリウム型；8個 …………………………(**正**)

⑤ 2つの結晶格子で，陽イオンと陰イオンの個数の比は1：1で同じである(**正**)。

補足 塩化セシウムの組成式はCsCl，塩化ナトリウムの組成式はNaClである。組成式と結晶格子とで，含まれるイオンの数の比は一致する。