

1

《化学結合と結晶》

(25点)

次の(A)~(C)の各問いに答えよ。

(A)問1 次のA群に挙げた固体物質①~⑤のそれぞれについて，B群((a)~(e))からはその性質を，C群((i)~(iv))からは結晶の種類を1つずつ選び，例にならって答えよ。なお，C群は同じ記号を繰り返し用いてもよい。(5点)

例 ⑥-(f)-(v)

A群 ① マグネシウム ② 塩化カリウム ③ 固体酸素
④ 氷 ⑤ ダイヤモンド

B群 (a) 融点・沸点ともきわめて低い。
(b) 融点が非常に高く，きわめて硬い。電気を通しにくい。
(c) 融点が高く，硬くてもろい。固体のままでは電気を通さないが，融解すると電気を通すようになる。
(d) 融点が高く，電気をよく通す。
(e) 融点・沸点とも，分子量から予想される温度に比べると高い。融解するときは体積が減少する。

C群 (i) 共有結合の結晶 (ii) イオン結晶 (iii) 金属結晶 (iv) 分子結晶

(B) 次の文章を読み，問2~問4に答えよ。

ダイヤモンドと黒鉛は，いずれも炭素原子のみからなる単体であるが，互いに性質が異なる同素体である。図1はそれぞれダイヤモンドと黒鉛の結晶構造を表したものである。

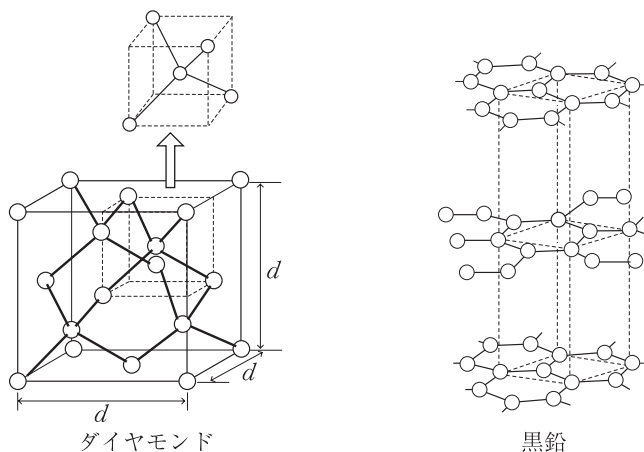


図1

ダイヤモンドの炭素原子の(ア)個の価電子はすべて隣接する炭素原子との(イ)結合に使われ、単位格子中に(ウ)個の原子を含む。

一方、黒鉛は(ア)個の価電子のうち(エ)個が(イ)結合に使われ、炭素原子は正六角形の網目構造からなる平面状の層をつくる。残りの価電子は層内を自由に動き回ることができるため、電気伝導性をもつ。また、層と層は(オ)力で結合しているが、この力は(イ)結合に比べてはるかに弱いいため、層状にはがれやすい。

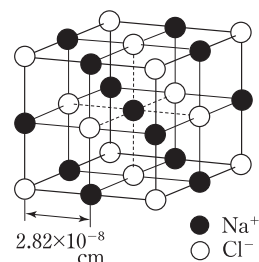
問2 (ア), (ウ), (エ)に適する整数を, (イ), (オ)に適する語句を入れよ。

(7点)

問3 ダイヤモンドの原子の中心間の最短距離を, d を用いた式で表せ。その際、無理数がある場合は根号を用いて表すこと。(2点)

問4 黒鉛の単位格子は図1右の点線で示した四角柱で表される。この単位格子中に炭素原子は何個含まれているか。(2点)

(c) 塩化ナトリウムの結晶は, Na^+ と Cl^- とが上下, 左右, 前後に, 等しい距離 $2.82 \times 10^{-8} \text{ cm}$ を隔てて交互に隣接して並んだ構造をしている。右図の一辺 $5.64 \times 10^{-8} \text{ cm}$ の立方体が塩化ナトリウムの単位格子である。これについて, 問5~問9に答えよ。ただし, 原子量は $\text{Na}=23.0$, $\text{Cl}=35.5$, アボガドロ数を $N=6.02 \times 10^{23}$, $5.64^3=179.4$ とする。



問5 単位格子中に含まれている Na^+ と Cl^- はそれぞれ何個か。(1点)

問6 Na^+ のみに着目すると, このイオンがつくる結晶格子の名称を答えよ。(1点)

問7 1個の Na^+ を取り囲んでいる Cl^- は何個か。(2点)

問8 1個の Na^+ に最も近い距離にある Na^+ は何個か。(2点)

問9 塩化ナトリウムの結晶の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を有効数字3桁で求めよ。(3点)