

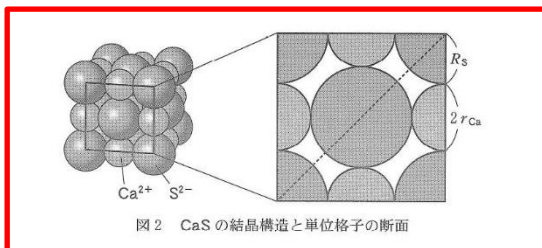
化学

第1問 問4 解答番号4、5、7、8

結晶の構造を、根底から理解しているかを見る問題

問4 硫化カルシウム CaS (式量 72) の結晶構造に関する次の記述を読み、後の問い(a～c)に答えよ。

CaS の結晶中では、カルシウムイオン Ca^{2+} と硫化物イオン S^{2-} が図2に示すように規則正しく配列している。結晶中の Ca^{2+} と S^{2-} の配位数はいずれも で、単位格子は Ca^{2+} と S^{2-} がそれぞれ4個ずつ含まれる立方体である。隣り合う Ca^{2+} と S^{2-} は接しているが、^(a)電荷が等しい Ca^{2+} どうし、および S^{2-} どうしは、結晶中で互いに接していない。 Ca^{2+} のイオン半径を r_{Ca} 、 S^{2-} のイオン半径を R_{S} とすると $r_{\text{Ca}} < R_{\text{S}}$ であり、CaS の結晶の単位格子の体積 V は で表される。



a 空欄 ・ に当てはまる数字または式として最も適当なものを、それぞれの解答群の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

アの解答群

① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

イの解答群

① $V = 8(R_{\text{S}} + r_{\text{Ca}})^3$ ② $V = 32(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$

③ $V = (R_{\text{S}} + r_{\text{Ca}})^3$ ④ $V = \frac{16}{3}\pi(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$

⑤ $V = \frac{4}{3}\pi(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$

c 図2に示すような配列の結晶構造をとる物質はCaS以外にも存在する。そのような物質では、下線部(a)に示すのと同様に、結晶中で陽イオンどうし、および陰イオンどうしが互いに接していないものが多い。結晶を構成する2種類のイオンのうち、イオンの大きさが大きい方のイオン半径を R 、小さい方のイオン半径を r として結晶の安定性を考える。このとき、 R が $(\sqrt{\text{ウ}} + \text{エ})r$ 以上になると、図2に示す単位格子の断面の対角線(破線)上で大きい方のイオンどうしが接するようになる。その結果、この結晶構造が不安定になり、異なる結晶構造をとりやすくなることが知られている。

空欄 ・ に当てはまる数字として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ウ

エ

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2023年度大学入学共通テスト
「化学」

受験者数: 182,168人
平均点: 48.56点
標準偏差: 19.82

化学

第1問 問4 解答番号4、5、7、8

結晶の構造を、根底から理解しているかをみる問題

出題の特徴

硫化カルシウムCaSの結晶構造を題材とした問題で、以下の点がポイントになります。

- ① 「結晶の構造」の理解(知識・理解)
- ② 図と文章から必要な情報を読み取る力(技能・理解・判断)
まずCaSの結晶はNaClと同じタイプであると見抜くことが第一歩です。
- ③ ②で読み取った値を適切に処理する力(知識・技能・理解)
図から「大きい方のイオンどうしが接する」という条件と、断面図の状態を結びつける判断力が求められています。

指導のご提案

①、②については、従来の「知識・技能・理解」を身につける学習である程度対応できますが、③については、単に図を眺めるだけでは足りません。従来の学習に加えて、やさしいものから難しいものまでたくさんの図形問題を演習することが効果的です。これによって結晶の構造を3次元でイメージし、また断面図との関係づけ・計算処理を数多く経験することができます。共通テストの特徴である図を用いた問題演習をステップを踏んで行くと、効果的に力を身につけることができると考えます。

教材のご紹介…「進研WINSTEP 化学[改訂版]」

結晶の構造を、根底から理解しているかをみる問題

Unit 5

解答解説

Unit 5 物質の状態

重要語句を覚えて知識を確実にしよう

1. 物質の状態変化

(1) 状態変化とエネルギー

図は大気圧の下で、氷を一定の割合で加熱したときの温度変化を示している。

時間	氷の状態
0~t ₁	固体のみ
t ₁ ~t ₂	(1.) と(2.)
t ₂ ~t ₃	(3.) のみ
t ₃ ~t ₄	(4.) と(5.)
t ₄ ~	(6.) のみ

図において、t₁~t₂の温度が一定、t₂~t₃の温度が沸点である。熱が加えられても温度が上昇していない。これは加えられた熱が融解熱、蒸発熱、凝縮熱、凝固熱に消費されているためである。

(2) 融解熱、凝固熱、蒸発熱、凝縮熱

融解熱と(9.)熱、蒸発熱と(10.)熱の大きさはそれぞれ等しい。

2. 固体の構造

結晶では、原子を構成する原子やイオンなどの構成粒子が規則的に配列の繰り返される結晶格子とよばれる。その最小単位を(11.)結晶格子とよぶ。

(1) 金属結晶

金属結晶は、金属結合によって多数の金属原子が規則的に配列した結晶格子を形成している。

原子の配列	体心立方格子	面心立方格子
単位格子に含まれる原子の数	(13.)	(14.)
結晶格子(一つの原子に隣接する、他の原子の数の)	(15.)	(16.)
空隙率	68%	74%

Unit 5 物質の状態

基礎の確認 2 差がつく例題 3 模試問題にチャレンジ

(2) イオン結晶 陽イオンと陰イオンが規則的に配列してできた結晶

イオン結晶の構造

① 1つの単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。この単位格子において1つの陽イオンを(1)とし、次の角の中心に陰イオンを(2)とする。

(1) この単位格子に含まれるNa⁺とCl⁻の数はそれぞれ何個か。

(2) Na⁺にも陰イオンにも含まれるCl⁻の数は何個か。

(3) Cl⁻のイオン半径がr[cm]として、Na⁺のイオン半径をa[cm]を用いて表せ。ただし、最も近くにあるイオンどうしは互いに接しているものとする。

(4) この単位格子の密度をρ[g/cm³]とし、アボガドロ定数をN_A[mol⁻¹]とする。塩化ナトリウムの式量をM、a、ρを用いて表せ。

② ①の単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。この単位格子において1つの陽イオンを(1)とし、次の角の中心に陰イオンを(2)とする。

(1) この単位格子に含まれるNa⁺とCl⁻の数はそれぞれ何個か。

(2) Na⁺にも陰イオンにも含まれるCl⁻の数は何個か。

(3) Cl⁻のイオン半径がr[cm]として、Na⁺のイオン半径をa[cm]を用いて表せ。ただし、最も近くにあるイオンどうしは互いに接しているものとする。

(4) この単位格子の密度をρ[g/cm³]とし、アボガドロ定数をN_A[mol⁻¹]とする。塩化ナトリウムの式量をM、a、ρを用いて表せ。

3STEP方式で、初歩から無理なく共通テストレベルまで

Unit 5 物質の状態

3 結晶格子

問1 図1は塩化ナトリウムの結晶の単位格子を示したものである。図1中の○と□はイオンの中心の位置を示しており、最近距離にある陽イオンと陰イオンは互いに接している。次の文中の空欄「ア」「イ」にはまる数値を、それぞれ答えよ。

単位格子中に含まれているCl⁻は「ア」個であり、1個のNa⁺にも近い「イ」個である。

問2 図2は原子Aから生じた陽イオンと、原子Bから生じた陰イオンからなる結晶の単位格子を示したものである。陰イオンは、立方体の各頂点と中心にある。陽イオンは、立方体の各辺の中点にある陰イオンと中心にある陽イオンの間にあり、両方に接している。次の各問いに答えよ。

(1) この物質の組成式として最も適当なものを、次の①~④の記号で答えよ。

(2) この単位格子の1辺の長さがa[cm]であると最近距離d[cm]を、aを用いて表せ。ただし、原子Aと原子Bの原子半径の和をr[cm]とする。

問3 図3は各イオンの中心の位置を表した図である。図3において、○は陽イオンの中心の位置を示している。この結晶の単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。この単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。この単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。

問4 図4は各イオンの中心の位置を表した図である。図4において、○は陽イオンの中心の位置を示している。この結晶の単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。この単位格子の中心に陽イオンが1つ、4つの角の中心に陰イオンが4つ配列している。

豊富な図解で、「わからない」を残さない!

進研WINSTEP 化学 [改訂版]

差がつく! 中心を軸とした 効率的な実力アップ!

化学 改訂版

化学 改訂版

化学 改訂版

定価 900円(税込み)

共通テストの出題の特徴と学習法を知り、3年生2学期からの本格的な実戦演習へ

「2024共通テスト対策【実力完成】直前演習 化学」(2023年6月発刊)