

強者の戦略

2026 年度 京大化学 第 1 問 [問題編]

今回は 2026 年度京都大学入試の化学第 1 問を扱います。京大にしてはかなり平易なレベルの問題なので、迅速に解答する必要がある、かつミスが許されない問題です。

それでは、以下の問題を一度考えてみて、そのあとの [解答解説編] をご覧ください。

化学問題 I

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。解答はそれぞれ所定の解答欄に記入せよ。ただし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16$, $\text{S}=32$, $\text{Cu}=64$, $\text{Zn}=65$, $\text{Pb}=207$ とし、 $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$ とする。

金属元素と硫黄からなる硫化鉱物として、方鉛鉱 PbS 、黄鉄鉱 FeS_2 、閃亜鉛鉱 ZnS 、辰砂 HgS などが天然に存在する。硫化鉱物の構造はイオンのサイズや電荷などによるが、単純で対称性の高い構造としては、塩化ナトリウム型構造や閃亜鉛鉱型構造などがある。例えば、 PbS は塩化ナトリウム型構造をとり、各イオンは反対の電荷をもつ 個のイオンに隣接している。 PbS を空气中で加熱すると酸化鉛(II)が得られ、酸化鉛(I)を炭素または一酸化炭素で還元すると鉛が得られる。また、 FeS_2 を燃焼させると酸化鉄(III)とともに刺激臭のある無色の気体が発生する。さらに、酸化鉄(III)を高炉内でコークスから生じる一酸化炭素で還元すると鉄が得られる。

図 1 に閃亜鉛鉱型構造を示す。硫化物イオン(S^{2-})が面心立方格子と同様に配列し、4 個の S^{2-} に囲まれたすき間(四面体間隙)のうちの半数を亜鉛イオン(Zn^{2+})が占める構造となっている。 ZnS はウルツ鉱としても存在するが、閃亜鉛鉱の方が豊富に存在する。カドミウムと水銀は、亜鉛と同じ 族元素であり、 CdS も ZnS と同様に閃亜鉛鉱型構造やウルツ鉱型構造をとる。亜鉛の主な用途としては鉄のさびを防ぐためのめっきなどがある。亜鉛めっきは、たとえ鉄が一部露出している、亜鉛の方が鉄よりも先に されて鉄を保護することができる。

図 2 は、イオン結晶中で配位数 6 を与える陽イオン(●)と陰イオン(○)の限界イオン半径比の考え方を示している。ここでは、陽イオン、陰イオンはそれぞれ固有の半径 r_+ , r_- を

強者の戦略

もつ球であると仮定し、 $r_+ < r_-$ とする。陽イオンと陰イオンは互いに接する数が多いほど安定だが、同符号のイオンどうしが互いに接すると不安定になる。図 2(a) のように r_+ がある程度大きい場合、陽イオンと陰イオンは接するが、陰イオンどうしは接することなく安定に存在する。 r_+ を小さくしていくと、図 2(b) のように陰イオンどうしも接するようになり(安定の限界)、このときの $\frac{r_+}{r_-}$ を限界イオン半径比という。さらに r_+ を小さくしていくと、図 2(c) のように陰イオンどうしだけが接して不安定になる。

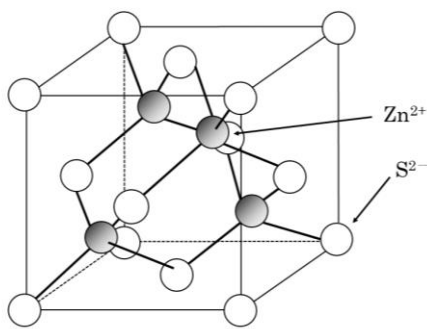
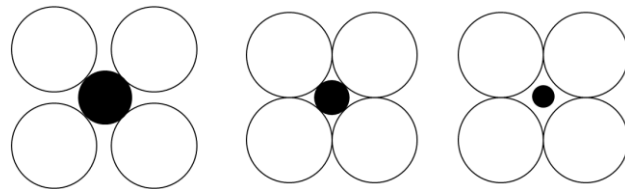


図 1



(a)安定

(b)安定の限界

(c)不安定

図 2

問 1 , , に入る適切な数字または語句をそれぞれ答えよ。

問 2 下線部について、この反応の反応式を記せ。

問 3 図 2 に示した考え方に基づいて、イオン結晶における限界イオン半径比 $\frac{r_+}{r_-}$ の値を、

(i) 配位数 6 および、(ii) 配位数 8 の場合についてそれぞれ有効数字 2 けたで答えよ。

問 4 閃亜鉛鉱型構造をもつ ZnS に関する以下の(i), (ii)に答えよ。ただし、ZnS の単位格子は一辺の長さが 0.542 nm の立方体であり、 $(0.542)^3 = 0.16$ とする。

(i) ZnS の密度 [g/cm³] を有効数字 2 けたで答えよ。

(ii) ZnS 結晶中で隣接する Zn²⁺ と S²⁻ の中心間距離 [nm] を有効数字 3 けたで答えよ。

強者の戦略

問5 鉛と酸化鉛(IV)を電極に、希硫酸を電解液に用いた鉛蓄電池を作成した。十分に充電した鉛蓄電池を4つの白金電極(A, B, C, D)と図3のように接続し、硫酸銅(II)水溶液(電解槽①)と水酸化ナトリウム水溶液(電解槽②)を同時に電気分解する実験を行った。次の(i)~(iv)に答えよ。

- (i) 電気分解の際、鉛蓄電池の正極で起こる反応を、電子 e^- を含む反応式で記せ。
- (ii) 一定時間通電後、鉛蓄電池の電解液の質量は 3.20 g 減少した。このときに流れた電気量 [C] を有効数字3けたで答えよ。
- (iii) 白金電極Cで起こる反応を、電子 e^- を含む反応式で記せ。
- (iv) (ii)で行った電気分解の間に白金電極Bで発生した気体の体積は、白金電極Cで発生した気体の体積の1.5倍であった。このとき電気分解の前後で電極Aの質量は何g増加したか、有効数字2けたで答えよ。

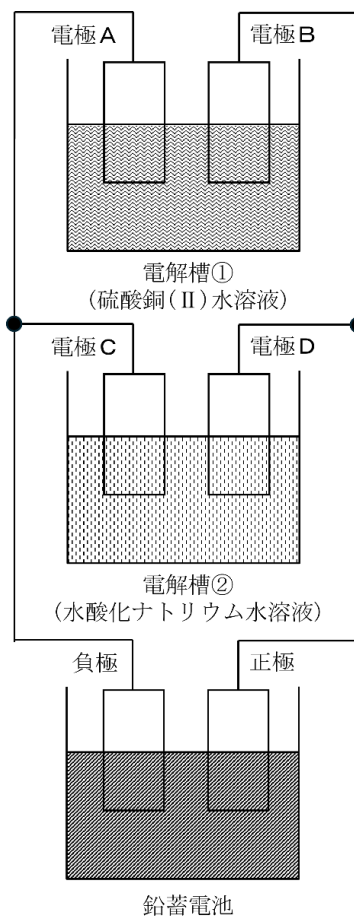


図3

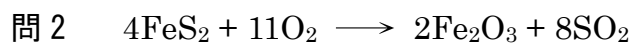
問題編は以上です。

強者の戦略

2026年度 京大化学 第1問 [解答解説編]

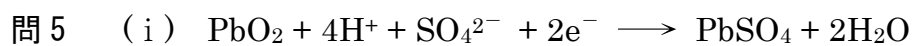
[解答]

問1 い 6 ろ 12 は 腐食(酸化)

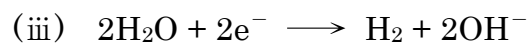


問3 (i) 0.41 (ii) 0.73

問4 (i) 4.0 [g/cm³] (ii) 0.234 [nm]



(ii) 3.86×10^3 [C]



(iv) 0.96 [g]

強者の戦略

〔解説〕

問 1

いは塩化ナトリウム型構造を知識としてもっていないと解答できません。代表的な結晶の単位格子は覚えておきましょう。

ろの亜鉛の族は少々細かい知識ですが、京大受験生ならあまりミスは許されないところ
です。

ははトタンに関する記述です。ここは基本事項です。

問 2

「酸化鉄(III)とともに」とあるので、比較的容易に反応式は書けると思います。この記述がない場合、鉄の単体を生じる誤答が非常に多いので注意しましょう。

問 3

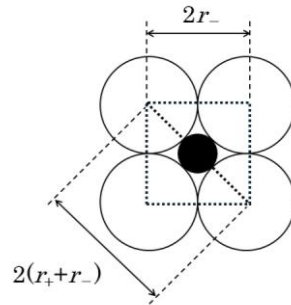
代表的なイオン結晶の単位格子として、塩化ナトリウム型は配位数 6，塩化セシウム型は配位数 8 だと知っていれば、その単位格子を用いて解答が可能です。

しかし、これまで京都大学は結晶の構造に関する難問を数多く出題してきました。難解な立体構造の把握は京都大学では頻出です。これを踏まえると、あの京都大学がここまで知識偏重な出題をするだろうか、と疑問に思われるかもしれません。では、ゼロベースでこの問題を改めて考えてみましょう。

強者の戦略

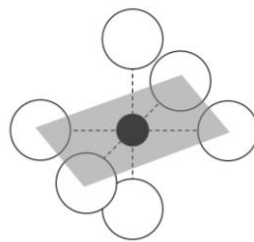
配位数 6 の場合

問題文に、図 2 が配位数 6 の場合であることが示されています。この図を用いれば良いということが分かるので、以下のように考えれば良いでしょう。



これより、 $2r_+ \times \sqrt{2} = 2(r_+ + r_-)$ となるので、 $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{2} - 1 = 0.41$ となります。

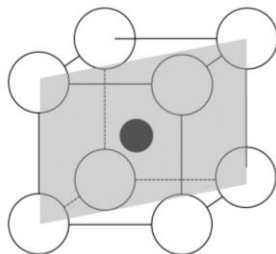
なお、6配位ということは、最近接異種イオンが6個ということなので、陽イオンを中心として、正八面体の頂点方向に最近接異種イオンが存在すると考えられます（同一平面上に6つ並べるのは異種イオンどうしの反発を考慮すると不適）。ここで、図2は以下の網掛け部分を示したものです。この立体構造から同様に考えても構いません（というより、単位格子に関する言及がないことを考えるとこのように考えさせたかったのかもしれない）。



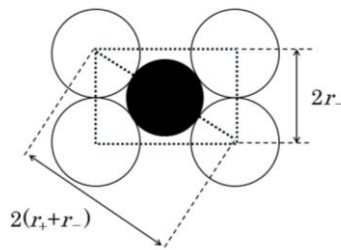
強者の戦略

配位数 8 の場合

先ほどの立体構造での考察と同様に考えると、最近接異種イオンは 8 つですから、陽イオンを中心として、立方体の頂点方向に異種イオンが存在すると考えられます。



上図の網掛け部分は以下のようになり、これより、 $2r_+ \times \sqrt{3} = 2(r_+ + r_-)$ となるので、 $\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{3} - 1 = 0.41$ となります。



問 4

(i) nm と cm の換算だけ注意しましょう。ZnS の式量は $65 + 32 = 97$ で、単位格子内には 4 組の ZnS が含まれることから、以下のように求められます。

$$\frac{\frac{97 \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} \text{ /mol}} \times 4}{(0.542 \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3} = 4.04 \text{ g/cm}^3$$

(ii) 八分割した立方体に注目すると、求める距離はこの立方体の体対角線の半分なので、以下の通りです。

$$0.542 \text{ nm} \times \frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.2344 \text{ nm}$$

強者の戦略

問 5

- (ii) 電池や電気分解の計算における基本は「流れる電子の物質質量に注目する」です。今回は電解液の質量変化から流れる電子の物質質量を求めれば良いです。このとき、溶質である硫酸の減少ではなく、溶媒である水の増加も考慮しなければならないことに注意しましょう。

鉛蓄電池の負極では $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$ が起こるので、流れる電子の物質質量が 1.0 mol であれば、硫酸イオンは両極で 0.50 mol ずつと水素イオンは正極で 2.0 mol 消費されるので、1.0 mol の硫酸が消費されます。さらに、正極では 1.0 mol の水が増加します。すなわち、このときに電解液の質量は $98 \text{ g} - 18 \text{ g} = 80 \text{ g}$ 増加します。このことより、流れた電子の物質質量は

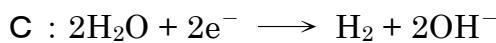
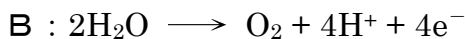
$$\frac{3.20 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

となり、求める電気量は以下のように求められます。

$$4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} = 3.86 \times 10^3 \text{ C}$$

- (iii) 電極 C は陰極なので、水が還元されます。
(iv) 並列回路なので、電極 A、すなわち電解槽①を流れる電子の物質質量を求める必要があります。手掛かりは体積比 (= 物質質量比) なので、そこからそれぞれの電解槽に流れる電子の物質質量比を求めれば良さそうです。

電極 B、C で起こる反応は次の通りです。



B で発生した O_2 [mol] : C で発生した H_2 [mol] = 1.5 : 1.0 なので、

B を流れた電子 [mol] : C を流れた電子 [mol] = 6.0 : 2.0 = 3.0 : 1.0 となります。

したがって、電解槽①を流れた電子の物質質量は

$$4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{3.0}{4.0} = 3.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

となり、電極 A では $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ が起こります。以上より、求める質量は

$$3.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 64 \text{ g/mol} = 0.96 \text{ g}$$

となります。

強者の戦略

いかがだったでしょうか。京大の化学にしては「易しい」と感じたかもしれません。しかし、以前にも記した通り、京大は標準的な問題をそこそこの割合で出題しています。もちろん本番であれば迅速に解答する必要がありますが、京大であっても基本が大事であること、そして基本事項の定着を疎かにしない学生を京大生として迎えたい、といったメッセージにもとれます。

化学を深く理解して、初見の問題に対応できるようになるためには、徒に難しい問題を数多く解くのではなく、基礎をしっかりと身につけていくことが大切になります。例えば本問であれば、「問2でなぜ鉄の単体ができないと考えられるのか」「問5(i)でなぜ左辺の水素イオンと硫酸イオンをくっつけて硫酸分子としないのか」ということに答えられるでしょうか。また、数値計算であればとりあえずこの式を使って数値を代入、ではなく「なぜこの立式に至るのか」の流れを自分の言葉で説明できるでしょうか。基礎をおろそかにしない、とはこういうことだと考えます。

ゆるぎない基礎を身につけ、どのような問題でも対応できる力をこれから身につけていきましょう。

それでは、皆様の健闘をお祈りしております。