

■□■入試問題を聴いて覚える化学 無機化学編 問題■□■

■問題⑦

銅は黄銅鉱などとして産出され、溶鉱炉にケイ砂、石灰石、コークスを入れて黄銅鉱を強熱すると硫化銅(Ⅰ)の他に 2 種類の化合物が生成する。得られた硫化銅(Ⅰ)を含む生成物を転炉に移して空気を吹き込みながら加熱すると、純度 99%程度の粗銅が得られる。粗銅には不純物が含まれているため、純度 99.99%の純銅を得るには(A)を行う。不純物である白金族金属等は(B)として沈殿する。

アルミニウムは銀白色の軟らかい金属であり、酸・強塩基の水溶液に溶解するため、(C)と呼ばれる。工業的製法の原料としてボーキサイトが利用されている。ボーキサイトにはアルミナの他に不純物として酸化鉄(Ⅲ)が含まれている。アルミナは加温・加圧下で濃水酸化ナトリウム水溶液に溶解できる。ここで、不純物である水酸化鉄(Ⅲ)は不溶性であるため、沈殿として除去される。この水溶液に水を加えて、静置すれば沈殿物が得られる。得られた沈殿物を焼成することで純粋な酸化物が得られる。この酸化物を溶融した氷晶石中に溶解させ、(D)を行うことで金属が得られる。

銀は金属の中で延性・展性が大きく、電気伝導性や熱伝導性は金属の中で最も高い。銀は塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化作用が強い濃硝酸には溶解する。溶解した銀イオンは溶解度積の差や金属塩の色により、陰イオンの判別にも利用できる。一例として、銀イオンを含む水溶液に塩化ナトリウム水溶液を加えると沈殿物を生じ、この沈殿物にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えると錯塩が形成される。また、酸化銀は過剰のアンモニア水を添加すると錯イオンとして溶解する。臭化銀は光によって分解し銀を遊離する(E)があるため、写真フィルムに利用されている。

■問題

(A)～(E)に当てはまる適切な語句を以下の語群(a)～(r)の中から選び、記号で答えよ。

語群：

- | | | |
|---------|-----------|--------------|
| (a) 塩析 | (b) 光触媒作用 | (c) 複塩 |
| (d) 旋光性 | (e) 電解精錬 | (f) アルカリ土類金属 |

- (g) 遷移金属 (h) アルカリ金属 (i) 陽極泥
(j) 緩衝作用 (k) 両性金属 (l) 不動態
(m) 乳化作用 (n) 感光性 (o) 焼結
(p) テルミット反応 (q) 潮解性 (r) 溶融塩電解

横浜国立大学(2019 年) 一部改

■問題⑩

亜鉛は、生体内で鉄に次いで 2 番目に多い必須ミネラル元素であり、酵素反応、味覚、免疫応答、成長、生殖などの生体機能に重要な働きを担う。

亜鉛は、銀白色の光沢を有する金属で、元素周期表の第 12 族に属する元素である。亜鉛の金属結晶は、六方最密充填構造を形成する。六方最密充填構造では、1 つの原子に隣接している原子の数は「 ① 」個であり、単位格子中に含まれる原子の数は「 ② 」個である。

亜鉛板と銅板を離して希硫酸に浸し、両者を導線で結ぶと、導線の中を電流が流れる。この装置は、ボルタ電池とよばれる。ボルタ電池では、亜鉛板が「 ③ 」極となり、銅板が「 ④ 」極となる。ボルタ電池の起電力は、最初は約 1.10V であるが、放電すると 0.400V 程度まで低下する。

このように、起電力がすぐに低下して、電流が流れにくくなる欠点があるため、実用化はされなかった。そこで、亜鉛板を薄い硫酸亜鉛水溶液に浸したものと、銅板を濃い硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸したものを、それぞれの水溶液が混ざらないように素焼き板で隔て、亜鉛板と銅板を導線で結んだ装置が発明された。

この装置は、「 ⑤ 」電池とよばれる。この電池の起電力は約 1.10V であり、最初の実用電池となった。

亜鉛は、希塩酸に入れると、水素を発生して、「 ア 」となって溶ける。また、亜鉛は、水酸化ナトリウム水溶液に入れると、水素を発生して、「 イ 」となって溶ける。このように、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して塩をつくる元素は、「 ⑥ 」とよばれる。

亜鉛は、日常生活においても重要な資源である。亜鉛と「 ⑦ 」の合金は、真鍮(しん

ちゅう)とよばれ、美しい金色で加工しやすいため、五円硬貨や金管楽器などに用いられる。また、鋼板(鉄板)上に亜鉛をめっきしたものが「 ⑧ 」である。このめっきによって、表面に傷がついて鉄が露出した場合でも、鉄さびがでにくく長持ちする。そのため、屋外の建築資材に用いられる。

単体の亜鉛を空気中で加熱すると、「 ウ 」が生じる。この白色粉末は亜鉛華ともよばれ、顔料や化粧品などに用いられる。また、亜鉛華軟膏は、皮膚疾患の外用剤として用いられる。

■問題 1

「 ① 」から「 ⑧ 」にあてはまる最も適切な語句または数字を答えよ。

■問題 2

「 ア 」から「 ウ 」にあてはまる最も適切な物質の化学式を答えよ。

名古屋市立大学(2021 年)

■問題②⑤

鉄 Fe は古くから人類の生活を支えてきた金属であり、「 ア 」, ケイ素 Si, アルミニウム Al に次いで地殻中に 4 番目に多く存在する元素である。Fe は、コークスや石灰石とともに赤鉄鉱 Fe_2O_3 や磁鉄鉱「 イ 」などの鉄鉱石を高炉に入れ、コークスから発生する一酸化炭素 CO で還元してつくられる。高炉で得られる Fe は銑鉄と呼ばれ、約 4%の「 ウ 」を含む。

近年、水素ガスを用いた還元による製鉄技術が考案されている。これは鉄鉱石とともに H_2 を高炉に吹き込み、製鉄により発生する二酸化炭素ガスを削減することが目的である。日常で用いられる Fe は、およそ 2%以下の「 ウ 」を含む鋼である。大気圧における単体の Fe の結晶構造は常温で体心立方格子であるが、温度を上げると面心立方格子に変化する。温度の変化に伴う結晶構造の違いを利用して、Fe や鋼の強さを大きく変化させることができる。これが、Fe や鋼が建築物などの多様な構造体に用いられる理由である。

しかし、Fe は空気中で錆びやすい。これを防ぐために Fe に「 エ 」をめっきしたものがトタンである。また、Fe に遷移元素であるクロムとニッケルを添加した合金はステンレ

ス鋼と呼ばれ、錆びにくく、台所用品などに用いられる。

Al は軽量かつ展性や延性に優れた金属であり、主に「オ」、マグネシウム、マンガンが添加された Al の合金であるジュラルミンは高い強度をもつため、航空機の部材などに用いられている。Al は酸とも強塩基とも反応し、そのような性質を「カ」という。また、Al の粉末を Fe_2O_3 の粉末と混ぜて点火すると、激しく反応し、融解した Fe が生じる。この反応はテルミット反応とよばれ、鉄道のレールの溶接などに利用される。

■問題

文中の空欄「ア」と「ウ」～「オ」にあてはまる最も適切な元素を、それぞれ元素記号で記せ。文中の空欄「イ」にあてはまる最も適切な物質の化学式を記せ。また、文中の空欄「カ」にあてはまる最も適切な語句を記せ。

名古屋大学(2021 年) 一部改

■□■入試問題を聴いて覚える化学 無機化学編 解答■□■

■問題⑦

A : (e) , B : (i) , C : (k) , D : (r) , E : (n)

■問題⑩

■問題 1

① 12, ② 2, ③ 負, ④ 正
⑤ ダニエル, ⑥ 両性(元素) , ⑦ 銅, ⑧ トタン

■問題 2

ア : ZnCl_2 , イ : $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, ウ : ZnO

■問題⑮

ア : O, イ : Fe_3O_4 , ウ : C
エ : Zn, オ : Cu, カ : 両性

■問題⑦

銅は黄銅鉱などとして産出され、溶鉱炉にケイ砂、石灰石、コークスを入れて黄銅鉱を強熱すると硫化銅(Ⅰ)の他に 2 種類の化合物が生成する。得られた硫化銅(Ⅰ)を含む生成物を転炉に移して空気を吹き込みながら加熱すると、純度 99%程度の粗銅が得られる。粗銅には不純物が含まれているため、純度 99.99%の純銅を得るには電解精錬を行う。不純物である白金族金属等は陽極泥として沈殿する。

アルミニウムは銀白色の軟らかい金属であり、酸・強塩基の水溶液に溶解するため、両性金属と呼ばれる。工業的製法の原料としてボーキサイトが利用されている。ボーキサイトにはアルミナの他に不純物として酸化鉄(Ⅲ)が含まれている。アルミナは加温・加圧下で濃水酸化ナトリウム水溶液に溶解できる。ここで、不純物である水酸化鉄(Ⅲ)は不溶性であるため、沈殿として除去される。この水溶液に水を加えて、静置すれば沈殿物が得られる。得られた沈殿物を焼成することで純粋な酸化物が得られる。この酸化物を溶融した氷晶石中に溶解させ、溶融塩電解を行うことで金属が得られる。

銀は金属の中で延性・展性が大きく、電気伝導性や熱伝導性は金属の中で最も高い。銀は塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化作用が強い濃硝酸には溶解する。溶解した銀イオンは溶解度積の差や金属塩の色により、陰イオンの判別にも利用できる。一例として、銀イオンを含む水溶液に塩化ナトリウム水溶液を加えると沈殿物を生じ、この沈殿物にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えると錯塩が形成される。また、酸化銀は過剰のアンモニア水を添加すると錯イオンとして溶解する。臭化銀は光によって分解し銀を遊離する感光性があるため、写真フィルムに利用されている。

■問題⑩

亜鉛は、生体内で鉄に次いで2番目に多い必須ミネラル元素であり、酵素反応、味覚、免疫応答、成長、生殖などの生体機能に重要な働きを担う。

亜鉛は、銀白色の光沢を有する金属で、元素周期表の第12族に属する元素である。亜鉛の金属結晶は、六方最密充填構造を形成する。六方最密充填構造では、1つの原子に隣接している原子の数は12個であり、単位格子中に含まれる原子の数は2個である。

亜鉛板と銅板を離して希硫酸に浸し、両者を導線で結ぶと、導線の中を電流が流れる。この装置は、ボルタ電池とよばれる。ボルタ電池では、亜鉛板が負極となり、銅板が正極となる。ボルタ電池の起電力は、最初は約1.10Vであるが、放電すると0.400V程度まで低下する。

このように、起電力がすぐに低下して、電流が流れにくくなる欠点があるため、実用化はされなかった。そこで、亜鉛板を薄い硫酸亜鉛水溶液に浸したものと、銅板を濃い硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸したものを、それぞれの水溶液が混ざらないように素焼き板で隔て、亜鉛板と銅板を導線で結んだ装置が発明された。この装置は、ダニエル電池とよばれる。この電池の起電力は約1.10Vであり、最初の実用電池となった。

亜鉛は、希塩酸に入れると、水素を発生して、 ZnCl_2 (塩化亜鉛)となって溶ける。また、亜鉛は、水酸化ナトリウム水溶液に入れると、水素を発生して、 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ (テトラヒドロキシジ亜鉛(Ⅱ)酸ナトリウム)となって溶ける。このように、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して塩をつくる元素は、両性元素とよばれる。

亜鉛は、日常生活においても重要な資源である。亜鉛と銅の合金は、真鍮(しんちゅう)とよばれ、美しい金色で加工しやすいため、五円硬貨や金管楽器などに用いられる。また、鋼板(鉄板)上に亜鉛をめっきしたものがトタンである。このめっきによって、表面に傷がついて鉄が露出した場合でも、鉄さびができにくく長持ちする。そのため、屋外の建築資材に用いられる。

単体の亜鉛を空気中で加熱すると、 ZnO (酸化亜鉛)が生じる。この白色粉末は亜鉛華ともよばれ、顔料や化粧品などに用いられる。また、亜鉛華軟膏は、皮膚疾患の外用剤として用いられる。

■問題⑤

※一部元素記号を元素名で読んでいます。

鉄 Fe は古くから人類の生活を支えてきた金属であり、酸素 O、ケイ素 Si、アルミニウム Al に次いで地殻中に 4 番目に多く存在する元素である。Fe は、コークスや石灰石とともに赤鉄鉱 Fe_2O_3 や磁鉄鉱 Fe_3O_4 などの鉄鉱石を高炉に入れ、コークスから発生する一酸化炭素 CO で還元してつくられる。高炉で得られる Fe は銑鉄と呼ばれ、約 4%の炭素 C を含む。

近年、水素ガスを用いた還元による製鉄技術が考案されている。これは鉄鉱石とともに H_2 を高炉に吹き込み、製鉄により発生する二酸化炭素ガスを削減することが目的である。日常で用いられる Fe は、およそ 2%以下の C を含む鋼である。大気圧における単体の Fe の結晶構造は常温で体心立方格子であるが、温度を上げると面心立方格子に変化する。温度の変化に伴う結晶構造の違いを利用して、Fe や鋼の強さを大きく変化させることができる。これが、Fe や鋼が建築物などの多様な構造体に用いられる理由である。

しかし、Fe は空気中で錆びやすい。これを防ぐために Fe に Zn をめっきしたものがトタンである。また、Fe に遷移元素であるクロムとニッケルを添加した合金はステンレス鋼と呼ばれ、錆びにくく、台所用品などに用いられる。

Al は軽量かつ展性や延性に優れた金属であり、主に Cu、マグネシウム、マンガンが添加された Al の合金であるジュラルミンは高い強度をもつため、航空機の部材などに用いられている。Al は酸とも強塩基とも反応し、そのような性質を両性という。また、Al の粉末を Fe_2O_3 の粉末と混ぜて点火すると、激しく反応し、融解した Fe が生じる。この反応はテルミット反応とよばれ、鉄道のレールの溶接などに利用される。