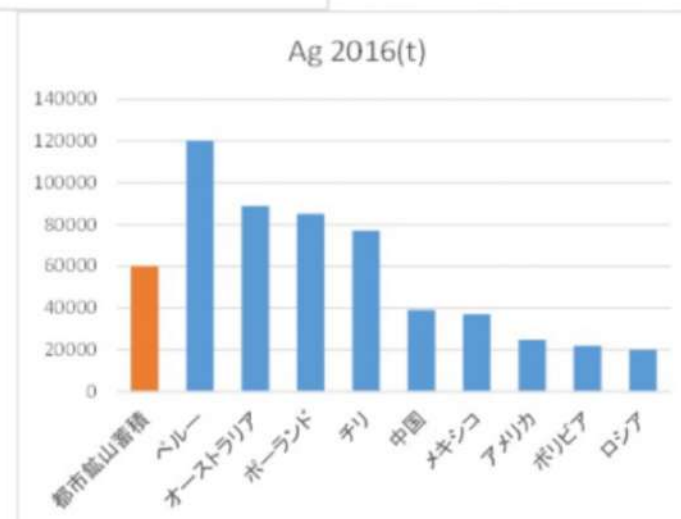
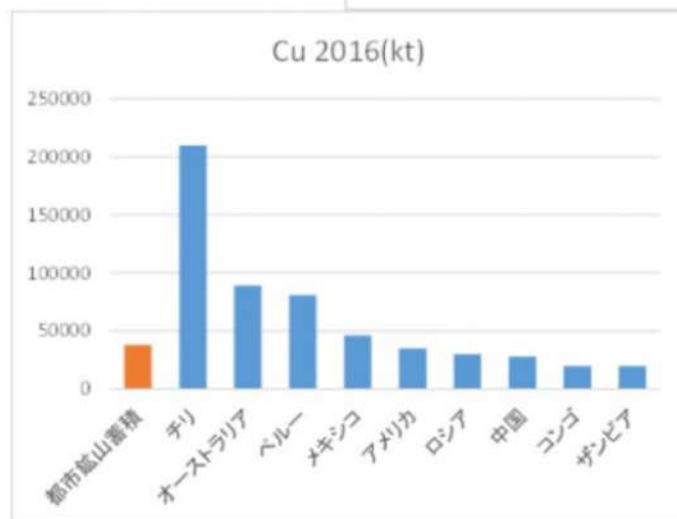
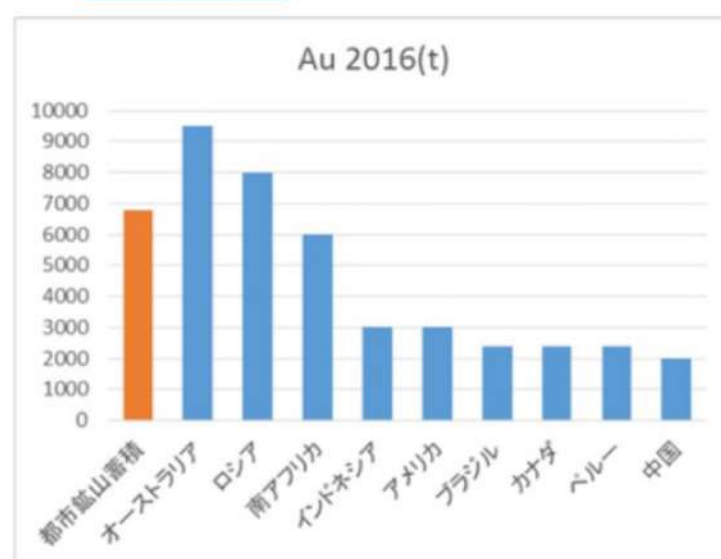


【アルミニウム】

問1 都市で廃棄された多量の家電製品の中に存在する有用な金属資源は、再生資源として有効活用されることが期待されている。そのような資源は何と呼ばれるか。

〔 都市鉱山 〕

日本の都市鉱山蓄積と資源国の埋蔵量



【アルミニウム】

問1 都市で廃棄された多量の家電製品の中に存在する有用な金属資源は、再生資源として有効活用されることが期待されている。そのような資源は何と呼ばれるか。

[都市鉱山]

問2 地殻中の元素の存在度の順番は、多い順に次の通りである。元素記号を入れよ。

[**O**] > [**Si**] > [**Al**]

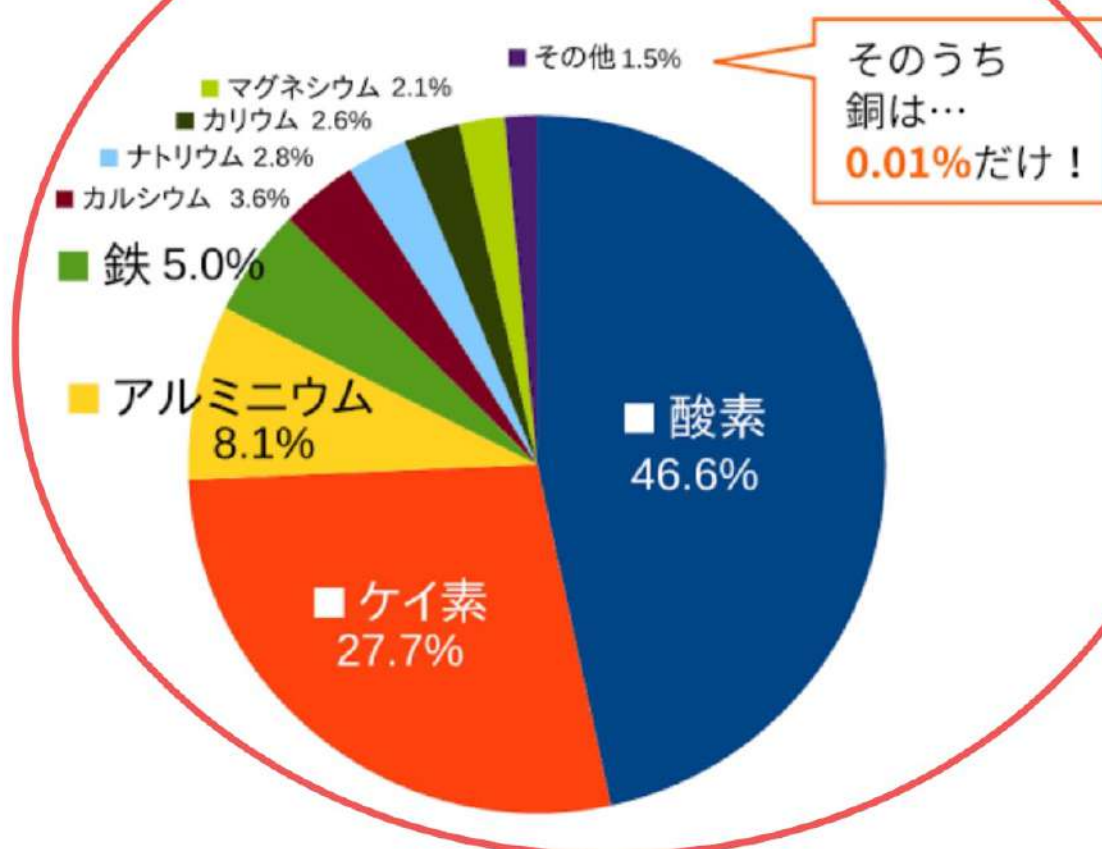
問3 地殻中の元素の存在度の順番は、金属元素に限ると、多い順に次の通りである。元素記号を入れよ。

[**Al**] > [**Fe**]

問4 地殻中の銅の存在度は極めて低いと言えるが、その銅の利用は紀元前9000年頃から、次いで鉄の利用は紀元前3000年頃から始まったと考えられている。それらに対して、アルミニウムの利用は始まってからわずかに200年ほどでしかない。銅、鉄、アルミニウムの利用開始時期がこのような順番になった理由について、考えられる理由を述べよ。

[**イオン化傾向の順番がアルミニウム>鉄>銅の順番であり、
還元されやすさの順番がその逆（銅>鉄>アルミニウムの順番）だから。**]

地殻中の元素の存在度



必須の知識

その利用は銅;紀元前9000年頃から
鉄;紀元前3000年頃から

なのに、アルミ;1825年頃に始めて!?

大 イオン化傾向 小
(還元しにくい) (還元しやすい)



Al

Fe

Cu

電気分解で還元

高温で還元

自然銅として産出

銅→青銅→鉄→アルミの順です

- 1、銅は自然銅と言った形でも産出するからこれが最初(1万年の歴史があるらしい)
- 2、青銅はそもそも銅がないと作れない
- 3、鉄は銅に比べ相当高温でないと作れないので冶金技術の発展が必要だった
- 4、アルミはそもそも普通の冶金では作れず、熔融電気分解という新たな技術を待つしかなかった

問2 地殻中の元素の存在度の順番は、多い順に次の通りである。元素記号を入れよ。

[**O**] > [**Si**] > [**Al**]

問3 地殻中の元素の存在度の順番は、金属元素に限ると、多い順に次の通りである。元素記号を入れよ。

[**Al**] > [**Fe**]

問4 地殻中の銅の存在度は極めて低いと言えるが、その銅の利用は紀元前9000年頃から、次いで鉄の利用は紀元前3000年頃から始まったと考えられている。それらに対して、アルミニウムの利用は始まってからわずかに200年ほどでしかない。銅、鉄、アルミニウムの利用開始時期がこのような順番になった理由について、考えられる理由を述べよ。

[**イオン化傾向の順番がアルミニウム>鉄>銅の順番であり、還元されやすさの順番がその逆(銅>鉄>アルミニウムの順番)だから。**]

問5 次の文中の[]内には次の選択肢から選んだ語句を入れよ。重複してもよい。

選択肢;電気・熱伝導性良好、軽い、強度に優れている、強度が弱い、錆びやすい
また、[]内にはZn, Cu, Crから選んだ元素記号を重複なく記入せよ。さらに{ }
内には次の選択肢から選んだ合金名を記入せよ。

選択肢;ステンレス鋼、ジュラルミン、真ちゅう

アルミニウム、鉄、銅の利点と欠点について考えてみよう。

アルミニウムの利点はこの中では特に[**軽い**]ことや耐食性が良好であること
などであるが、その一方で[**強度が弱い**]という欠点がある。その欠点を補うため
に主に[**Cu**]などを加えた{ **ジュラルミン** }が開発された。

鉄の利点は特に[**強度に優れる**]ことであるが、[**錆びやすい**]という欠
点がある。その欠点を補うために[**Cr**]などを加えた{ **ステンレス鋼** }が
開発された。

銅の利点はこの中では特に[**電気・熱伝導性良好**]であること、耐食性良好で
あることなどであるが、その一方で[**強度が弱い**]という欠点がある。その欠点を
補うために主に[**Zn**]を加えた{ **真ちゅう** }が開発された。

	Al	Zn	Sn	Pb
融点(参考値)	660℃	420℃	232℃	328℃
密度(参考値)	2.70 g/cm ³	7.13 g/cm ³	7.31 g/cm ³	11.35 g/cm ³

	組成	特徴	用途
ジュラルミン	Al, Cu, Mg, Mn	軽い、高強度など	各種構造材料
黄銅	Zn, Cu	加工性に優れるなど	硬貨、板材、棒材
青銅	Sn, Cu	加工性に優れるなど	硬貨、ブロンズの像
はんだ	Sn, Pb	低融点など	金属の接合

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：株式会社UACJ



Al

利点
軽い
耐食性良好

欠点
柔らかい

意識したいこと
合金の重要性

アルミニウムは、**比重が鉄の約3分の1と軽い金属**ですが、柔らかいため合金にして用いることが多い金属です。例えば、アルミニウムに少量の銅などを加えたジュラルミンは、航空機の構造材に使用されるほど高強度になります。

特性としては、**耐食性に優れる**、毒性がない、伝導性が高いなど豊富な利点を持っています。そのため、食品容器や電線などに広く用いられ、強度の高い合金では車両や船舶、航空機等に使われています。

一方、合金の種類によって違いはあるものの、一般に加工性が高く、プレス成形や鍛造、切削に押出成形、鋳造など、多様な加工法で対応することができます。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：株式会社UACJ



Al

利点
軽い
耐食性良好

欠点
柔らかい

意識したいこと
合金の重要性

アルミニウムは、比重が鉄の約3分の1と軽い金属ですが、**柔らかい**ために合金にして用いることが多い金属です。例えば、アルミニウムに少量の銅などを加えたジュラルミンは、航空機の構造材に使用されるほど高強度になります。

特性としては、耐食性に優れる、毒性がない、伝導性が高いなど豊富な利点を持っています。そのため、食品容器や電線などに広く用いられ、強度の高い合金では車両や船舶、航空機等に使われています。

一方、合金の種類によって違いはあるものの、一般に加工性が高く、プレス成形や鍛造、切削に押出成形、鋳造など、多様な加工法で対応することができます。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：株式会社UACJ



Al

利点
軽い
耐食性良好

欠点
柔らかい

意識したいこと
合金の重要性

アルミニウムは、比重が鉄の約3分の1と軽い金属ですが、柔らかいため合金にして用いることが多い金属です。例えば、**アルミニウムに少量の銅などを加えたジュラルミンは、航空機の構造材に使用されるほど高強度になります。**

特性としては、耐食性に優れる、毒性がない、伝導性が高いなど豊富な利点を持っています。そのため、食品容器や電線などに広く用いられ、強度の高い合金では車両や船舶、航空機等に使われています。

一方、合金の種類によって違いはあるものの、一般に加工性が高く、プレス成形や鍛造、切削に押出成形、鋳造など、多様な加工法で対応することができます。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：三沢興産



Fe

利点
強靱性
加工性

欠点
錆びやすい



意識したいこと
合金の重要性

欠点の克服と利点の伸長

鉄は、人類が最も広く大量に利用している金属です。ですが、実際に使用されている鉄のほとんどは炭素を0.02%2.1含んだ鋼、及び炭素を2.1%～6.7%含んだ鑄鉄と呼ばれる材料です。工業的に利用される鉄鋼材料には、さらにシリコンやマンガンなども少量含有されており、用途に応じて多様な合金が用いられています。

例えば、自動車に用いられる高張力鋼（ハイテン）と呼ばれる鋼材では、炭素の添加量や合金元素を調整するだけでなく、加工中の温度を調整することで結晶構造や組織までもを制御しています。

このように鉄鋼は、多様な種類がありますが、おおよそ共通して靱性と加工性を両立している加工しやすい材料です。しかし、湿気によってサビを生じ、酸によって溶解することがあるので防サビなどの処置が必要不可欠となっています。ステンレス鋼は、鉄に一定量以上のクロムを含ませた腐食に耐性をもつ合金です。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：三沢興産



Fe

利点
強靱性
加工性

欠点
錆びやすい

意識したいこと
合金の重要性

欠点の克服と利点の伸長

鉄は、人類が最も広く大量に利用している金属です。ですが、実際に使用されている鉄のほとんどは炭素を0.02%~2.1%含んだ鋼、及び炭素を2.1%~6.7%含んだ鑄鉄と呼ばれる材料です。工業的に利用される鉄鋼材料には、さらにシリコンやマンガンなども少量含有されており、用途に応じて多様な合金が用いられています。

例えば、自動車に用いられる高張力鋼（ハイテン）と呼ばれる鋼材では、炭素の添加量や合金元素を調整するだけでなく、加工中の温度を調整することで結晶構造や組織までもを制御しています。

このように鉄鋼は、多様な種類がありますが、おおよそ共通して靱性と加工性を両立している加工しやすい材料です。しかし、湿気によって錆びを生じ、酸によって溶解することがあるので防錆などの処置が必要不可欠となっています。ステンレス鋼は、鉄に一定量以上のクロムを含ませた腐食に耐性をもつ合金です。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：三沢興産



Fe

利点
強靱性
加工性

欠点
錆びやすい

意識したいこと
合金の重要性

欠点の克服と利点の伸長

鉄は、人類が最も広く大量に利用している金属です。ですが、実際に使用されている鉄のほとんどは炭素を0.02%~2.1%含んだ鋼、及び炭素を2.1%~6.7%含んだ鑄鉄と呼ばれる材料です。工業的に利用される鉄鋼材料には、さらにシリコンやマンガンなども少量含有されており、用途に応じて多様な合金が用いられています。

例えば、自動車に用いられる高張力鋼（ハイテン）と呼ばれる鋼材では、炭素の添加量や合金元素を調整するだけでなく、加工中の温度を調整することで結晶構造や組織までもを制御しています。

このように鉄鋼は、多様な種類がありますが、おおよそ共通して靱性と加工性を両立している加工しやすい材料です。しかし、湿気によって錆びを生じ、酸によって溶解することがあるので防錆などの処置が必要不可欠となっています。ステンレス鋼は、鉄に一定量以上のクロムを含ませた腐食に耐性をもつ合金です。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：日本銅センター



Cu

利点
金属性質一般
耐食性良好

欠点
柔らかい



意識したいこと
合金の重要性

銅は、電気や熱の伝導性が非常に高い金属で、展延性も高いことから加工性にも優れています。また、殺菌作用や光沢の美しさ、耐食性から身の回りの製品に多く使用されています。これらの特性から食器や調理器具などのキッチン用品などに用いられており、高級感のある製品として一定の需要があります。

銅の耐食性ですが、これは赤褐色の純銅表面に褐色や黒色の酸化銅による酸化皮膜が生成し、青緑色の炭酸銅（II）になることで発揮されます。この炭酸銅（II）は、緑青（ろくしょう）と呼ばれており、内部の腐食を防ぐ効果や抗菌効果があります。ですが、緑青は日本では昭和後期まで毒性があると考えられていました。しかしこれは誤りであり、その毒性は現在では完全に否定されています。

銅は上述したように、その高い導電性から電線や電子機器の導線等に用いられています。銅は柔らかいため、これを克服した亜鉛との合金である真ちゅうや、スズとの合金である青銅が生み出されました。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：日本銅センター



Cu

利点
金属性質一般
耐食性良好

欠点
柔らかい

意識したいこと
合金の重要性

銅は、電気や熱の伝導性が非常に高い金属で、展延性も高いことから加工性にも優れています。また、殺菌作用や光沢の美しさ、耐食性から身の回りの製品に多く使用されています。これらの特性から食器や調理器具などのキッチン用品などに用いられており、高級感のある製品として一定の需要があります。

銅の耐食性ですが、これは赤褐色の純銅表面に褐色や黒色の酸化銅による酸化皮膜が生成し、青緑色の炭酸銅（II）になることで発揮されます。この炭酸銅（II）は、緑青（ろくしょう）と呼ばれており、内部の腐食を防ぐ効果や抗菌効果があります。ですが、緑青は日本では昭和後期まで毒性があると考えられていました。しかしこれは誤りであり、その毒性は現在では完全に否定されています。

銅は上述したように、その高い導電性から電線や電子機器の導線等に用いられています。**銅は柔らかいため**、これを克服した亜鉛との合金である真ちゅうや、スズとの合金である青銅が生み出されました。

特徴を押さえておくことは学習の第一歩

引用元：日本銅センター



Cu

利点
金属性質一般
耐食性良好

欠点
柔らかい

意識したいこと
合金の重要性

銅は、電気や熱の伝導性が非常に高い金属で、展延性も高いことから加工性にも優れています。また、殺菌作用や光沢の美しさ、耐食性から身の回りの製品に多く使用されています。これらの特性から食器や調理器具などのキッチン用品などに用いられており、高級感のある製品として一定の需要があります。

銅の耐食性ですが、これは赤褐色の純銅表面に褐色や黒色の酸化銅による酸化皮膜が生成し、青緑色の炭酸銅（II）になることで発揮されます。この炭酸銅（II）は、緑青（ろくしょう）と呼ばれており、内部の腐食を防ぐ効果や抗菌効果があります。ですが、緑青は日本では昭和後期まで毒性があると考えられていました。しかしこれは誤りであり、その毒性は現在では完全に否定されています。

銅は上述したように、その高い導電性から電線や電子機器の導線等に用いられています。銅は柔らかいため、これを克服した**亜鉛との合金である真ちゅうや、スズとの合金である青銅**が生み出されました。

問5 次の文中の[]内には次の選択肢から選んだ語句を入れよ。重複してもよい。
[選択肢]電気・熱伝導性良好、軽い、強度に優れている、強度が弱い、錆びやすい
また、[]内にはZn, Cu, Crから選んだ元素記号を重複なく記入せよ。さらに{ }
内には次の選択肢から選んだ合金名を記入せよ。

[選択肢]ステンレス鋼、ジュラルミン、真ちゅう
アルミニウム、鉄、銅の利点と欠点について考えてみよう。
アルミニウムの利点はこの中では特に[軽い]ことや耐食性が良好であること
などであるが、その一方で[強度が弱い]という欠点がある。その欠点を補うため
に主に[Cu]などを加えた{ ジュラルミン }が開発された。
鉄の利点は特に[強度に優れる]ことであるが、[錆びやすい]という欠
点がある。その欠点を補うために[Cr]などを加えた{ ステンレス鋼 }が
開発された。
銅の利点はこの中では特に[電気・熱伝導性良好]であること、耐食性良好で
あることなどであるが、その一方で[強度が弱い]という欠点がある。その欠点を
補うために主に[Zn]を加えた{ 真ちゅう }が開発された。

	Al	Zn	Sn	Pb
融点(参考値)	660℃	420℃	232℃	328℃
密度(参考値)	2.70 g/cm ³	7.13 g/cm ³	7.31 g/cm ³	11.35 g/cm ³

	組成	特徴	用途
ジュラルミン	Al, Cu, Mg, Mn	軽い, 高強度など	各種構造材料
黄銅	Zn, Cu	加工性に優れるなど	硬貨, 板材, 棒材
青銅	Sn, Cu	加工性に優れるなど	硬貨, ブロonzの像
はんだ	Sn, Pb	低融点など	金属の接合

問6 次の文中の[]には適当な語句を、[]内には適当な化学式を入れよ。

アルミニウムは①[**ボーキサイト**]を原料にして、不純物を取り除いた純度の高い[**Al_2O_3**]である[**アルミナ**]を作り、これを化合物A([**氷晶石**]) ;その主成分の化学式は[**Na_3AlF_6**]である)を用いて熔融して、②その熔融液を電気分解することで得られる。

問7 問6の文中の下線部①は次のような手順で作られる。[]内に各手順で生じる反応の化学反応式を記せ。

① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (以下の化学式中では Al_2O_3 として良い)を濃い NaOH 水溶液に溶かす。



② ①で得られた溶液から不純物を除去した後、溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ を沈殿させる。



③ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。



金属単体のつくりかた

鉄鉱石

化合物(混合物)

還元製錬

銑鉄

単体(純度は高くない)

不純物の除去

鋼

単体(純度が高い)

金属単体のつくりかた

鉄鉱石

化合物(混合物)

還元 製錬

銑鉄

単体(純度は高くない)

不純物の除去

鋼

単体(純度が高い)

銅鉱石

化合物(混合物)

還元

粗銅

単体(純度は高くない)

不純物の除去 精錬

純銅

単体(純度が高い)

金属単体のつくりかた

鉄鉱石

化合物(混合物)

還元 製錬

銑鉄

単体(純度は高くない)

不純物の除去

鋼

単体(純度が高い)

銅鉱石

化合物(混合物)

還元

粗銅

単体(純度は高くない)

不純物の除去 精錬

純銅

単体(純度が高い)

ボーキサイト

化合物(混合物)

不純物の除去

アルミナ

化合物(純度が高い)

還元

アルミニウム

単体(純度が高い)

ボーキサイト

化合物(混合物)

不純物
の除去

アルミナ

化合物(純度が高い)

アルミニウムの単体Alは、融解塩電解によって得られる。まず、鉱石のボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ から純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 をつくり、その酸化アルミニウムを融解塩電解することによって得られる。まず、ボーキサイトをNaOH水溶液に溶かし($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)、次に、不純物を除去したのちに、同溶液から水酸化アルミニウムを沈殿させ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$)、さらに、同沈殿を回収・強熱して酸化アルミニウムとする($2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)。このようにして得られた酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれる。

① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を濃いNaOHaqに溶かす。

② 溶液から不純物を除去する。

③ 溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ として沈殿させる。

④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。

アルミニウムの単体Alは、融解塩電解によって得られる。まず、鉱石のボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ から純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 をつくり、その酸化アルミニウムを融解塩電解することによって得られる。まず、ボーキサイトをNaOH水溶液に溶かし($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)、次に、不純物を除去したのちに、同溶液から水酸化アルミニウムを沈殿させ ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$)、さらに、同沈殿を回収・強熱して酸化アルミニウムとする ($2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)。このようにして得られた酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれる。

- ① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を濃いNaOHaqに溶かす。



- ② 溶液から不純物を除去する。

- ③ 溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ として沈殿させる。

- ④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。

アルミニウムの単体Alは、融解塩電解によって得られる。まず、鉱石のボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ から純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 をつくり、その酸化アルミニウムを融解塩電解することによって得られる。まず、ボーキサイトをNaOH水溶液に溶かし($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)、次に、不純物を除去したのちに、同溶液から水酸化アルミニウムを沈殿させ ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$)、さらに、同沈殿を回収・強熱して酸化アルミニウムとする ($2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)。このようにして得られた酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれる。

- ① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を濃いNaOHaqに溶かす。



- ② 溶液から不純物を除去する。

- ③ 溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ として沈殿させる。

- ④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。

アルミニウムの単体Alは、融解塩電解によって得られる。まず、鉱石のボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ から純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 をつくり、その酸化アルミニウムを融解塩電解することによって得られる。まず、ボーキサイトをNaOH水溶液に溶かし($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)、次に、不純物を除去したのちに、同溶液から水酸化アルミニウムを沈殿させ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$)、さらに、同沈殿を回収・強熱して酸化アルミニウムとする($2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)。このようにして得られた酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれる。

- ① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を濃いNaOHaqに溶かす。



- ② 溶液から不純物を除去する。

- ③ 溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ として沈殿させる。



- ④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。

アルミニウムの単体Alは、融解塩電解によって得られる。まず、鉱石のボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ から純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 をつくり、その酸化アルミニウムを融解塩電解することによって得られる。まず、ボーキサイトをNaOH水溶液に溶かし($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)、次に、不純物を除去したのちに、同溶液から水酸化アルミニウムを沈殿させ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$)、さらに、同沈殿を回収・強熱して酸化アルミニウムとする($2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)。このようにして得られた酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれる。

- ① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を濃いNaOHaqに溶かす。



- ② 溶液から不純物を除去する。

- ③ 溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ として沈殿させる。



- ④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。



問6 次の文中の[]には適当な語句を、[]内には適当な化学式を入れよ。

アルミニウムは①[**ボーキサイト**]を原料にして、不純物を取り除いた純度の高い[**Al_2O_3**]である[**アルミナ**]を作り、これを化合物A([**氷晶石**]) ;その主成分の化学式は[**Na_3AlF_6**]である)を用いて熔融して、②その熔融液を電気分解することで得られる。

問7 問6の文中の下線部①は次のような手順で作られる。[]内に各手順で生じる反応の化学反応式を記せ。

① ボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (以下の化学式中では Al_2O_3 として良い)を濃い NaOH 水溶液に溶かす。



② ①で得られた溶液から不純物を除去した後、溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ を沈殿させる。



③ $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱して高純度の Al_2O_3 として回収する。



問8 問6の文中の化合物Aを用いて溶融を行う理由(理由①)を述べよ。また化合物A中のアルミニウム以外の元素のイオンが電気分解に影響を与えない理由(理由②)も述べよ。

理由①; [Al_2O_3 をより低い温度で溶融させるため。]

理由②; [Na^+ も F^- もこの電気分解の条件下では還元も酸化もされないから。]

問9 問6の文中の下線部②の溶融塩電解を炭素電極を用いて行う場合の電極反応(電子を含む式)を、陽極、陰極それぞれについて記せ。ただし、陽極で起こる電極反応については、複数の電極反応が考えられる場合にはそれらを併記せよ。

陽極; [$\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}$, $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$]

陰極; [$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$]

Alの工業的製法

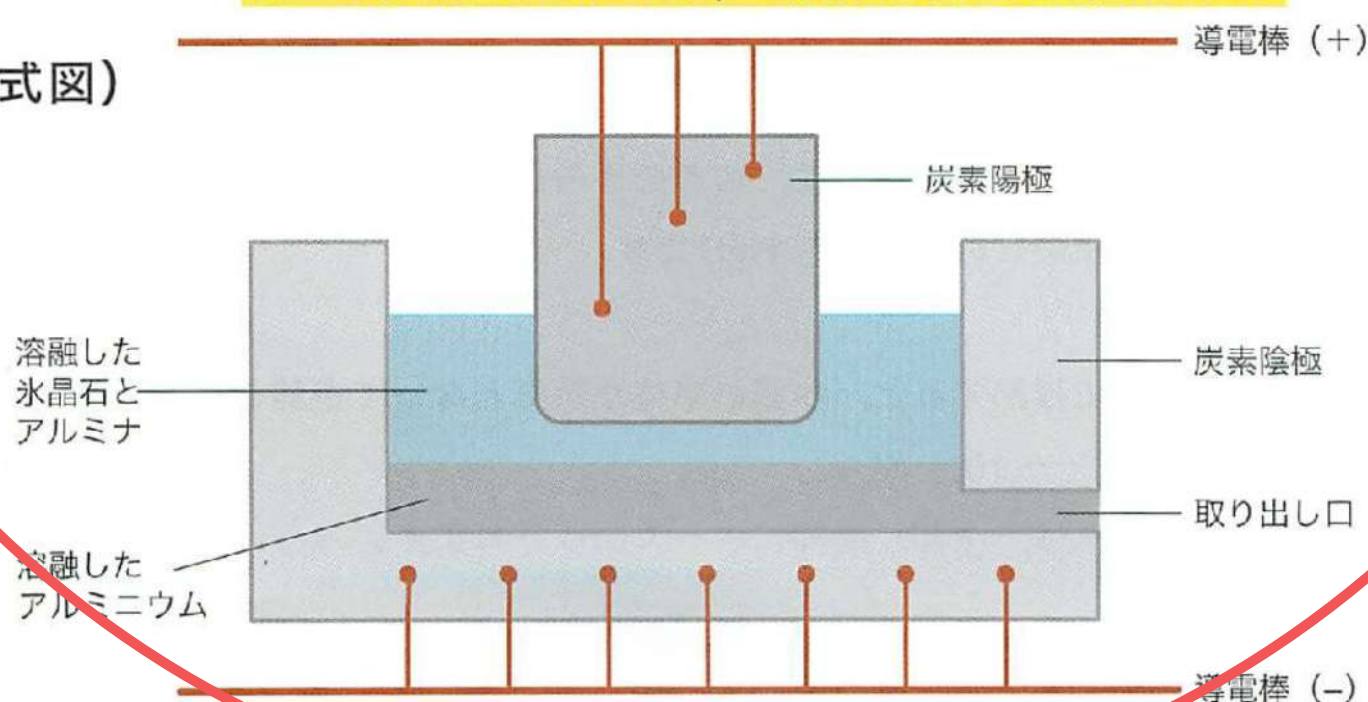
アルミニウムの単体 Al は、酸化アルミニウム Al_2O_3 の溶融塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$, $\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$

この溶融塩電解では、炭素電極は消耗する!

(模式図)



アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応)



(陽極での反応)

アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応)



(陽極での反応)



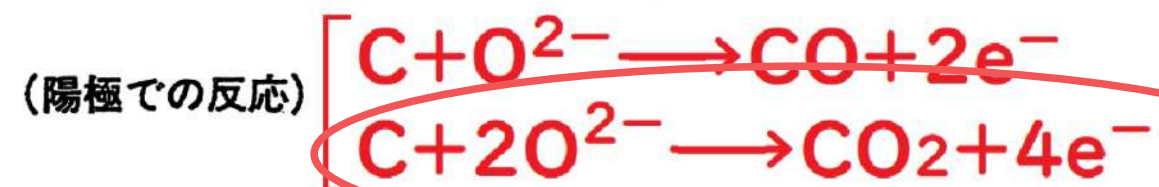
アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。



(陽極での反応)



とも呼ぶ。

融解塩を電気分解するのは

から。

酸化アルミニウムは融点が高いのでその融解
には を利用する。

アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\left[\begin{array}{l} \text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^- \\ \text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^- \end{array} \right.$

熔融塩電解とも呼ぶ。

融解塩を電気分解するのは

から。

酸化アルミニウムは融点が高いのでその融解
には を利用する。

アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\left[\begin{array}{l} \text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^- \\ \text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^- \end{array} \right.$

熔融塩電解 と呼ぶ。

融解塩を電気分解するのは

アルミニウムはイオン化傾向が大きく、そのイオンの水溶液を電気分解しても、単体を得られないから。

酸化アルミニウムは融点が高いのでその融解には を利用する。

アルミニウムの単体の製法

融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\left[\begin{array}{l} \text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^- \\ \text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^- \end{array} \right.$

熔融塩電解 とも呼ぶ。

融解塩を電気分解するのは

アルミニウムはイオン化傾向が大きく、そのイオンの水溶液を電気分解しても、単体を得られないから。

酸化アルミニウムは融点が高いのでその融解には 氷晶石($\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$) を利用する。

アルミニウムの単体の製法

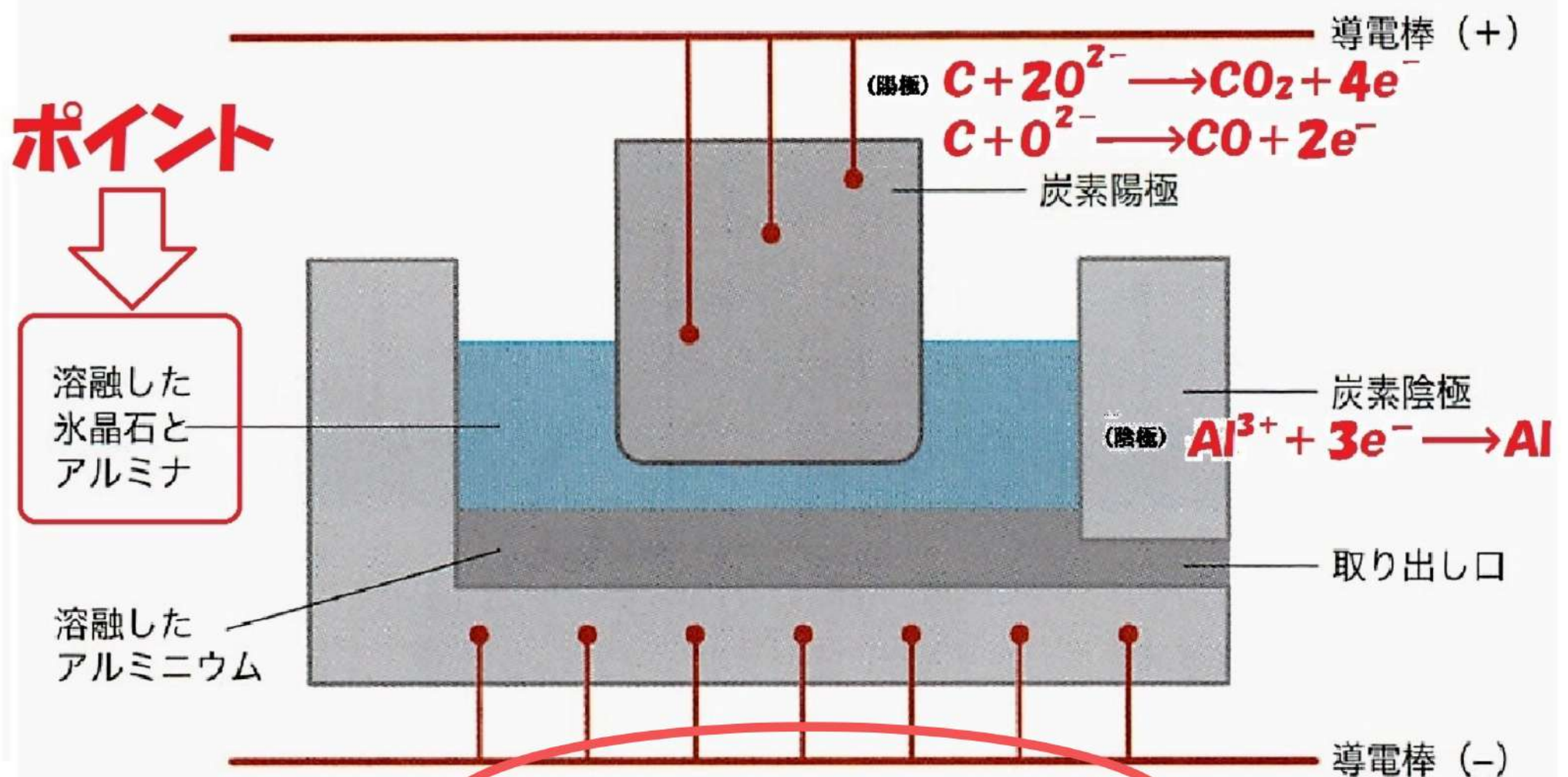
融解塩電解

アルミニウムの単体は、酸化アルミニウムの融解塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\left[\begin{array}{l} \text{C} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO} + 2\text{e}^- \\ \text{C} + 2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^- \end{array} \right.$

アルミニウムの溶融塩電解（模式図）

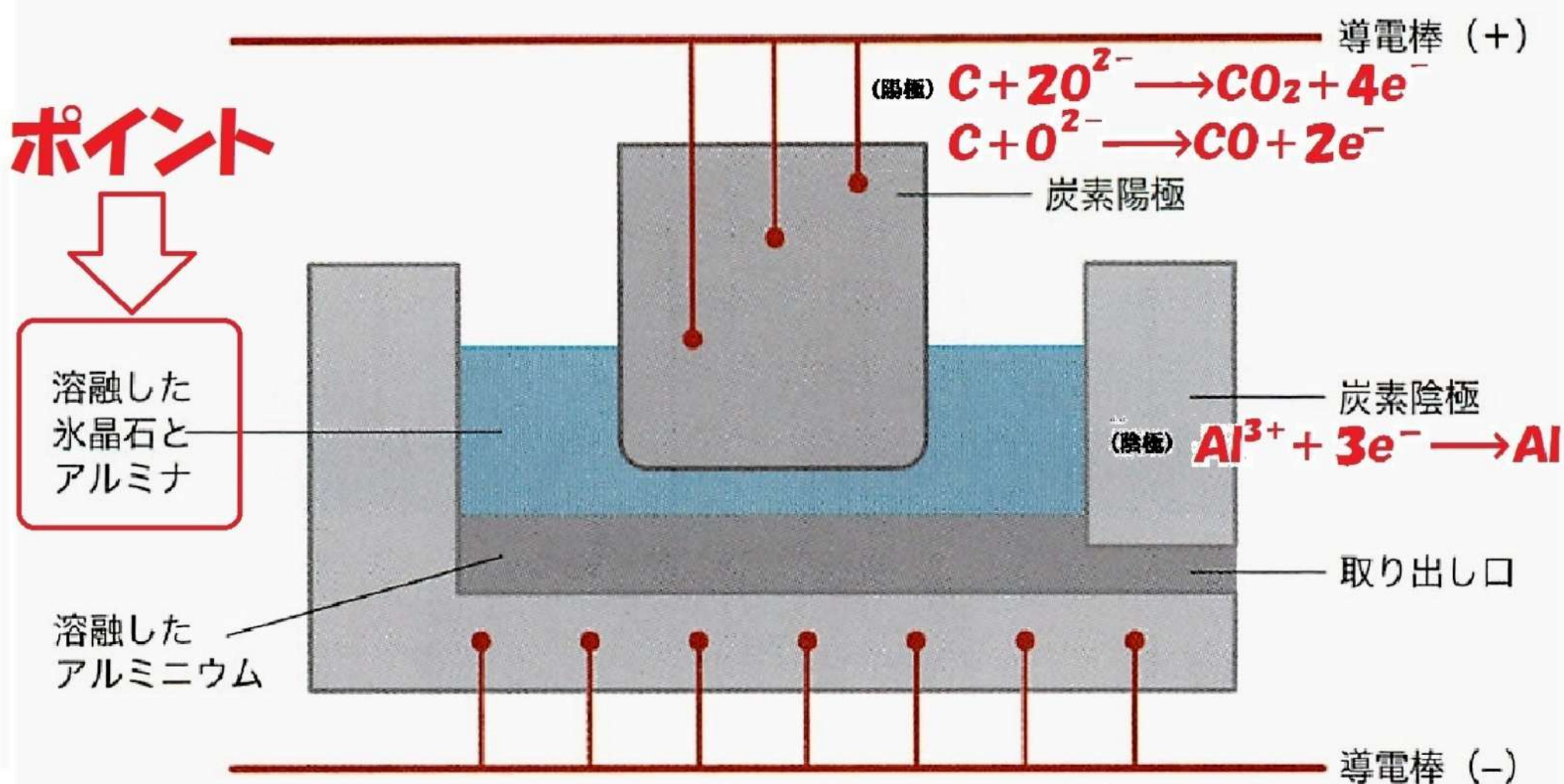


ポイントは、**氷晶石 Na_3AlF_6** の活用！

アルミニウムは『電気の缶詰』！

それもある、**電気の消費量**が重要！

アルミニウムの溶融塩電解（模式図）



ポイントは、**氷晶石 Na_3AlF_6** の活用！

アルミニウムは『電気缶詰』！

それもある、**リサイクル** が重要！

問8 問6の文中の化合物Aを用いて溶融を行う理由(理由①)を述べよ。また化合物A中のアルミニウム以外の元素のイオンが電気分解に影響を与えない理由(理由②)も述べよ。

理由①; [Al_2O_3 をより低い温度で溶融させるため。]

理由②; [Na^+ も F^- もこの電気分解の条件下では還元も酸化もされないから。]

問9 問6の文中の下線部②の溶融塩電解を炭素電極を用いて行う場合の電極反応(電子を含む式)を、陽極、陰極それぞれについて記せ。ただし、陽極で起こる電極反応については、複数の電極反応が考えられる場合にはそれらを併記せよ。

陽極; [$\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}$ 、 $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$]

陰極; [$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$]

Alの工業的製法

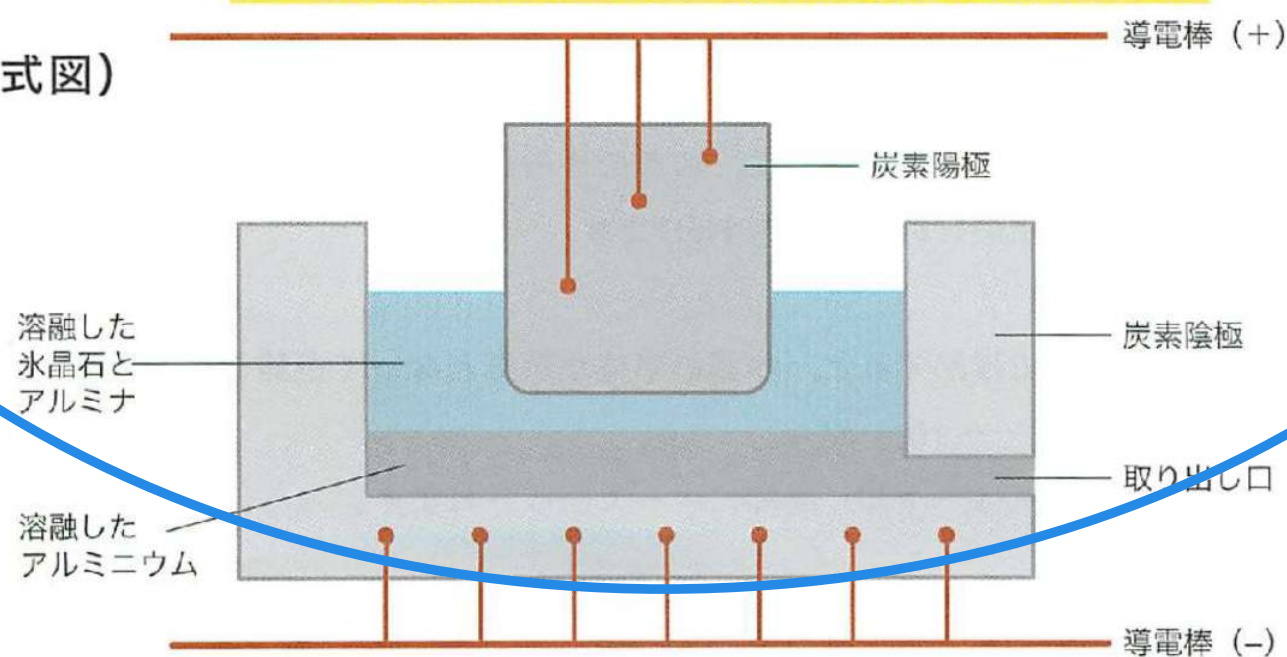
アルミニウムの単体 Al は、酸化アルミニウム Al_2O_3 の溶融塩電解(炭素電極)によって得られる。

(陰極での反応) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$

(陽極での反応) $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$, $\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$

この溶融塩電解では、炭素電極は消耗する！

(模式図)



問10 アルミニウムの単体の反応について、それぞれの反応に該当する化学反応式を記せ。
また、③については、③の反応を利用した金属酸化物の還元方法（冶金，やきん）の名称も記し、⑤については、⑤の反応で生成したアルミニウム化合物の名称も記せ。

① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



② 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



③ 粉末に酸化鉄(Ⅲ)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



[名称; テルミット法（または、ゴルトシュミット法とも）]

④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



[名称; テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム]

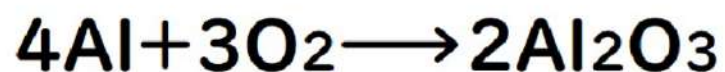
問11 次の文中の[]内に適当な語句を入れよ。

アルミニウムの単体は、問10のように多種多様な反応をするが、[濃硝酸]には[不動態]の状態となって溶解しない。

アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。

- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。

- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。

- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。

- ⑥ には不動態となって溶けない。

アルミニウム箔の 燃焼

アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。

- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。

- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。

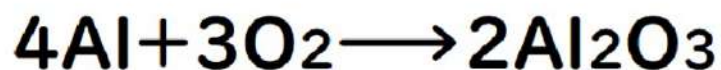
- ⑥ には不動態となって溶けない。



アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

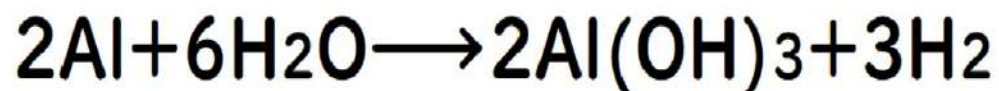
- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。

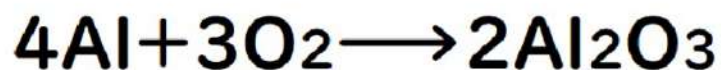
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。

- ⑥ には不動態となって溶けない。

アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

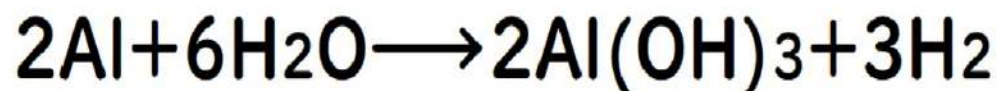
- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。

- ⑥ には不動態となって溶けない。

ここの記述はA4プリントにあります。

④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



ひとつの考え方

化合物との反応

④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



ひとつの考え方



化合物との反応

④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



ひとつの考え方



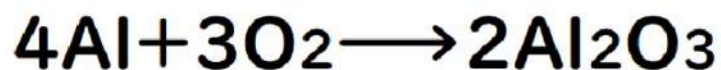
化合物との反応



アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

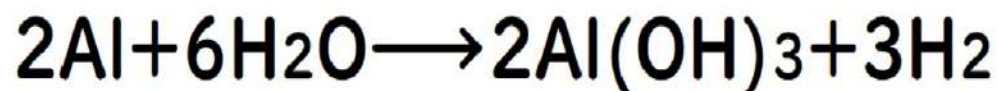
- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム

- ⑥ 空気中では不動態となって溶けない。

この記述はA4プリントにあります。

⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム



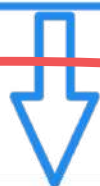
ひとつの考え方

化合物との反応

⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム



ひとつの考え方



化合物との反応

⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム



ひとつの考え方



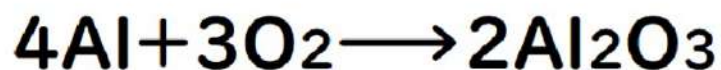
化合物との反応



アルミニウムの単体の諸性質

Al の反応性

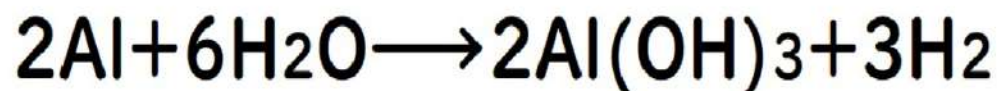
- ① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



- ② 粉末に酸化鉄(III)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



- ③ 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



- ④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム

- ⑥ **濃硝酸** には不動態となって溶けない。

問10 アルミニウムの単体の反応について、それぞれの反応に該当する化学反応式を記せ。
また、③については、③の反応を利用した金属酸化物の還元方法（冶金；やきん）の名称も記し、⑤については、⑤の反応で生成したアルミニウム化合物の名称も記せ。

① 粉末を高温に加熱すると、多量の熱と光をともなって、激しく燃焼する。



② 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応して、水素を発生する。



③ 粉末に酸化鉄(Ⅲ)を混ぜて点火すると、激しく反応して、鉄を遊離する。



[名称; テルミット法（または、ゴルトシュミット法とも）]

④ 塩酸などの酸と反応して、水素を発生する。



⑤ 水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基と反応して、水素を発生する。



[名称; テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム]

問11 次の文中の[]内に適当な語句を入れよ。

アルミニウムの単体は、問10のように多種多様な反応をするが、[濃硝酸]には[不動態]の状態となって溶解しない。

問12 次の文中の[]内に適当な化学式を入れよ。

Al^{3+} に適量の NaOH 水溶液または NH_3 水を加えると[$\text{Al}(\text{OH})_3$]の沈殿となるが、過剰量の NaOH 水溶液を加えるとこの沈殿は再溶解して[$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$]に変化する。この後、 HCl 水溶液を加えていくと、[$\text{Al}(\text{OH})_3$]が沈殿し、さらに HCl 水溶液を加えていくとこの沈殿は再溶解して[Al^{3+}]に戻る。

$\text{Al}(\text{OH})_3$ は、アンモニア水には溶解しません。



アルミニウムのイオンの沈殿形成と再溶解

アルミニウムイオンの沈殿形成と再溶解



アルミニウムのイオンの沈殿形成と再溶解



アルミニウムのイオンの沈殿形成と再溶解



アルミニウムのイオンの沈殿形成と再溶解



アルミニウムイオンの沈殿形成と再溶解



亜鉛イオンの場合と比較してみよう。

Al^{3+} の水溶液

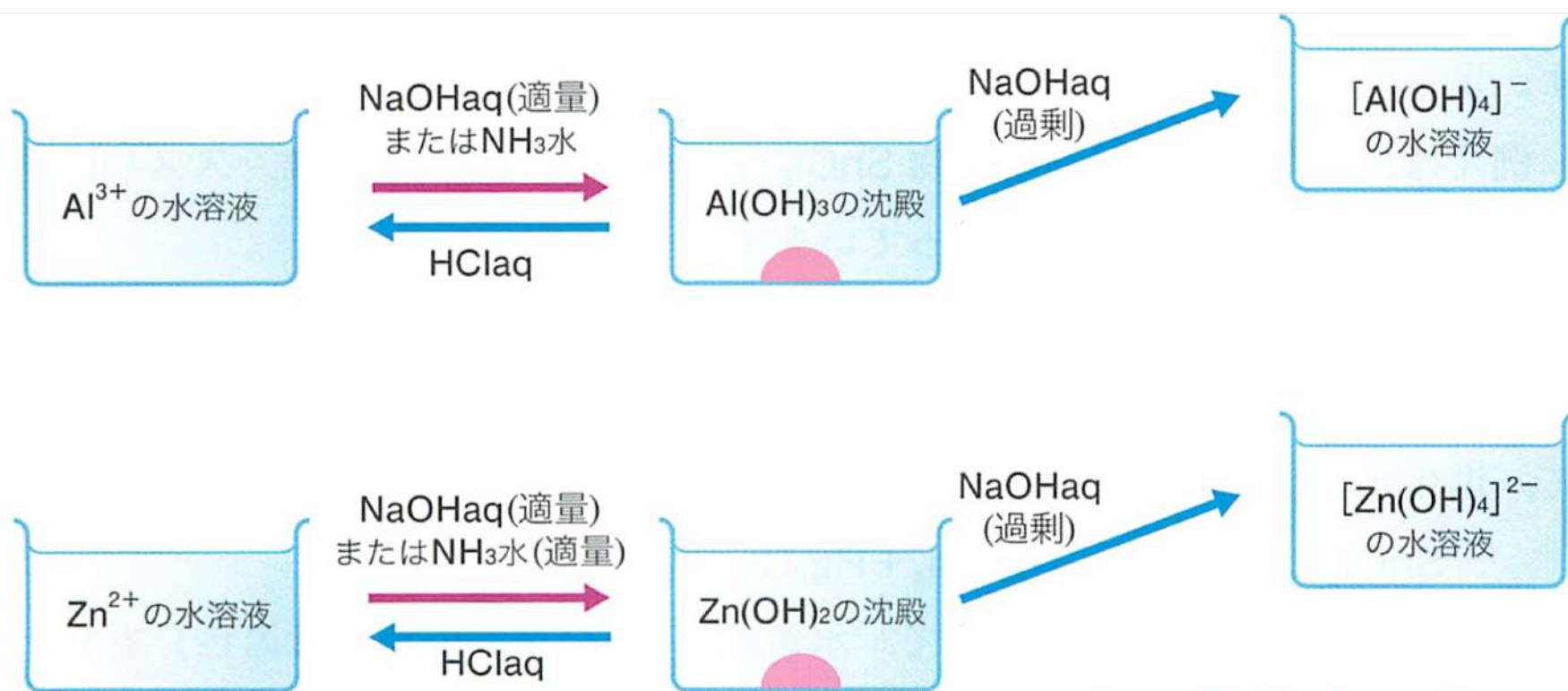
Zn^{2+} の水溶液

補足 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ は、より詳細には、 $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ である。

アルミニウムイオンの沈殿形成と再溶解



亜鉛イオンの場合と比較してみよう。



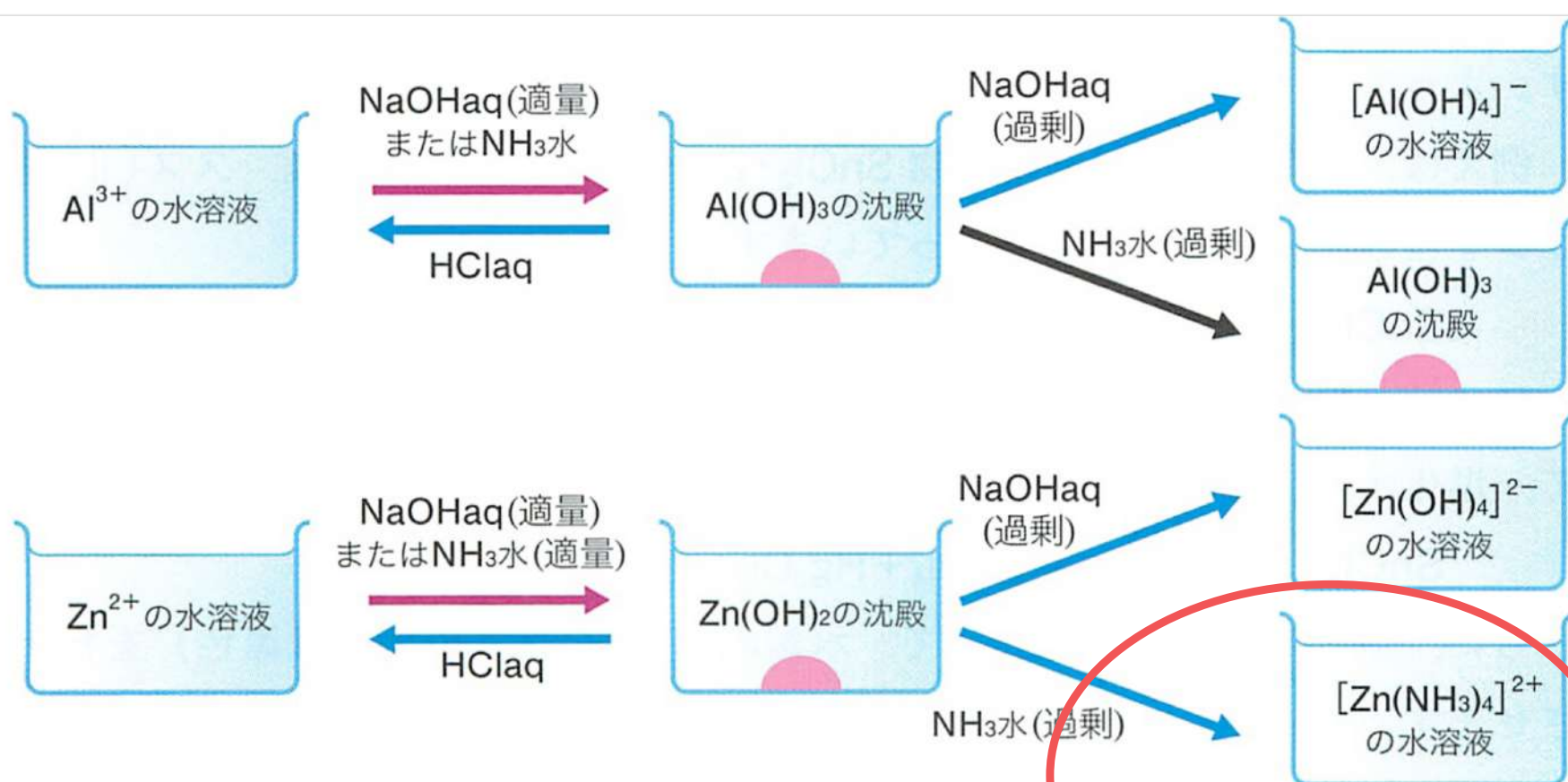
同じ！

補足 [Al(OH)₄]⁻は、より詳細には、[Al(OH)₄(H₂O)₂]⁻である。

アルミニウムのイオンの沈殿形成と再溶解



亜鉛イオンの場合と比較してみよう。



補足 [Al(OH)₄]⁻は、より詳細には、[Al(OH)₄(H₂O)₂]⁻である。

ここが違う！

問12 次の文中の[]内に適当な化学式を入れよ。

Al^{3+} に適量の NaOH 水溶液または NH_3 水を加えると[$\text{Al}(\text{OH})_3$]の沈殿となるが、過剰量の NaOH 水溶液を加えるとこの沈殿は再溶解して[$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$]に変化する。この後、 HCl 水溶液を加えていくと、[$\text{Al}(\text{OH})_3$]が沈殿し、さらに HCl 水溶液を加えていくとこの沈殿は再溶解して[Al^{3+}]に戻る。

$\text{Al}(\text{OH})_3$ は、アンモニア水には溶解しません。



問13 次の文中の[]内に適当な語句、[]内には化学式を入れよ。また、{ }内からは適当な語句を選べ。

硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 の混合水溶液を濃縮すると、
[硫酸カリウムアルミニウム十二水和物] (化学式; [$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$])
が析出する。これは、[ミョウバン]とも呼ばれる1価の陽イオンの硫酸塩と3価の
陽イオンの硫酸塩の{ 錯塩 、 複塩 }であり、無色透明の結晶である。

ミョウバンの水溶液は次式の加水分解によって酸性を示す。



硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 の混合水溶液^{*1}を濃縮したり、濃厚混合水溶液を冷却したりすると、硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ が析出します。これは、ミョウバン（明礬）と呼ばれる、無色透明な正八面体の結晶です。

* 1 混合水溶液中では、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 の物質量 (mol) の比は、1:1 である必要はない。水溶液中でのこれらの比が 1:1 でなくとも、析出する結晶中では、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 の物質量 (mol) の比は常に 1:1 である。

【ミョウバン】 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ に限らず、3 価の金属イオンの硫酸塩（例： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ）と 1 価の陽イオンの硫酸塩（例： K_2SO_4 ）との複塩^{*2}をミョウバンといいます。すなわち、ミョウバンには、

アルミニウムカリウムミョウバン： $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

鉄カリウムミョウバン： $\text{FeK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

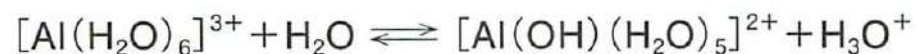
鉄アンモニウムミョウバン： $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

クロムミョウバン： $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

などいくつかの種類がありますが、単にミョウバンといったとき、多くの場合、硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ を指します。
「アルミニウム」と「カリウム」は省略することが多い

* 2 複塩（例えば、 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ）とは、一定割合の複数の塩（例えば、1:1 の $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 ）からなり、陽イオンまたは陰イオン（あるいは両方）が 2 種類以上含まれる塩のこと。水に溶けたとき、もとの塩と同じイオンを生じる（ $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{K}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ ）。一方、例えば、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ も、一定割合の複数の塩（3:1 の KCN と $\text{Fe}(\text{CN})_3$ ）からなるが、水に溶けたとき、もとの塩のイオンとは異なったイオン（錯イオン： $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ）を生じる（ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 3\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ）。このような塩は、錯塩と呼ばれる。

【水溶液の液性】 ミョウバンの水溶液は、次式の加水分解によって、酸性を示します。



【焼きミョウバン】 ミョウバンは、熱すると結晶水を失い、白色無定形の粉末となります。これが焼ミョウバンです。

【用途】 ミョウバンは、媒染剤、収斂剤^{しゅうれんざい}、製紙などに用いられます。

収斂剤；タンパク質を変性させることにより、組織や血管を縮める作用のこと。止血、鎮痛、防腐などの効果がある。

硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 の混合水溶液^{*1}を濃縮したり、濃厚混合水溶液を冷却したりすると、硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ が析出します。これは、ミョウバン（明礬）と呼ばれる、無色透明な正八面体の結晶です。

* 1 混合水溶液中では、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 の物質質量 (mol) の比は、1:1 である必要はない。水溶液中でのこれらの比が 1:1 でなくとも、析出する結晶中では、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 の物質質量 (mol) の比は常に 1:1 である。

【ミョウバン】 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ に限らず、3価の金属イオンの硫酸塩〔例： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 〕と1価の陽イオンの硫酸塩〔例： K_2SO_4 〕との複塩^{*2}をミョウバンといいます。すなわち、ミョウバンには、

アルミニウムカリウムミョウバン： $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

鉄カリウムミョウバン： $\text{FeK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

鉄アンモニウムミョウバン： $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

クロムミョウバン： $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

などいくつかの種類がありますが、単にミョウバンといったとき、多くの場合、
「アルミニウム」と「カリウム」は省略することが多い
硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ を指します。

* 2 複塩（例えば、 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ）とは、一定割合の複数の塩（例えば、1:1 の $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と K_2SO_4 ）からなり、陽イオンまたは陰イオン（あるいは両方）が2種類以上含まれる塩のこと。水に溶けたとき、もとの塩と同じイオンを生じる（ $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{K}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ ）。一方、例えば、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ も、一定割合の複数の塩（3:1 の KCN と $\text{Fe}(\text{CN})_3$ ）からなるが、水に溶けたとき、もとの塩のイオンとは異なったイオン（錯イオン： $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ）を生じる（ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 3\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ）。このような塩は、錯塩と呼ばれる。

【水溶液の液性】 ミヨウバンの水溶液は、次式の加水分解によって、酸性を示します。



【焼きミョウバン】 ミョウバンは、熱すると結晶水を失い、白色無定形の粉末となります。これが焼ミョウバンです。

【用途】 ミョウバンは、媒染剤、収^{しゅうれんざい}斂剤、製紙などに用いられます。

収斂剤；タンパク質を変性させることにより、組織や血管を縮める作用のこと。止血、鎮痛、防腐などの効果がある。

問13 次の文中の[]内に適当な語句、[]内には化学式を入れよ。また、{ }内からは適当な語句を選べ。

硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 の混合水溶液を濃縮すると、
[硫酸カリウムアルミニウム十二水和物] (化学式; [$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$])
が析出する。これは、[ミョウバン]とも呼ばれる1価の陽イオンの硫酸塩と3価の
陽イオンの硫酸塩の{ 錯塩 、 複塩 }であり、無色透明の結晶である。

ミョウバンの水溶液は次式の加水分解によって酸性を示す。



アルミニウムの製錬

アルミニウムの製錬に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

周期表の 13 族に属する元素であるアルミニウムは、単体あるいは化合物として現在の工業および日常生活を支えている重要な元素の 1 つである。中でも単体（金属）のアルミニウムは広く用いられており、現在は石、青銅、鉄の時代に次ぐアルミニウムの時代ともいわれている。

さて、金属をその鉱石から取り出すことを製錬という。アルミニウムは、鉄と同様に酸化物として天然に産する鉱石の製錬によって得られる。しかし、アルミニウムは鉄の場合のように炭素による還元を用いることはできず、ほとんどが溶融塩電解法（溶融塩の電気分解による還元）を用いている。アルミニウムは 1827 年にウェーラーによって初めて、塩化アルミニウムとカリウムとの反応でつくられたが、この方法は大量生産には適していなかった。溶融塩電解法が発明されたのは 19 世紀末のことである。

この方法では、まず主成分が $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の (a)ボーキサイト を濃い水酸化ナトリウム水溶液に入れ、主成分をテトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウムとして溶解することによって不純物を除く。次にこのテトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム水溶液に多量の水を加えて加水分解により水酸化アルミニウムとして沈殿させ、これを強熱して純粋な酸化アルミニウムを得る（バイヤー法）。次に、酸化アルミニウムをフッ素化合物である ア とともに (b)溶融した状態 で炭素を電極として電気分解する（ホール・エルー法）。

問 1 下線部(a)を化学反応式で示せ。

問 2 空欄 ア の中に適当な化学式を入れよ。

問 3 酸化アルミニウムの溶融に際して ア とともに溶融させる理由は何か。15 字以内で答えよ。

問 4 下線部(b)について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 酸化アルミニウムは溶融した状態でどのように電離しているか。イオン反応式を書け。
- (2) 陰極と陽極で起こる電極反応を電子を含む式で示せ。
- (3) アルミニウムを得るのに、水溶液の電気分解ではアルミニウムイオンの還元が困難である理由は何か。80 字以内で答えよ。

問 5 1 時間でアルミニウム 1 kg を得るためには何 A（アンペア）の電流が必要か。ただし、電流効率は 100% とする。また、アルミニウムの原子量は 27.0、1 mol の電子がもつ電気量は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、有効数字 3 桁で答えよ。

アルミニウムの性質

アルミニウムの性質に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

〔ア〕は、銅、マグネシウム、マンガンなどを含むアルミニウム軽合金で、軽くて強いので航空機部品や工業製品などに用いられている。アルマイト製品も身近で多くみかけることができる。

(a)アルミニウムは高温の水蒸気と反応する。

アルミニウムは酸化力の強い濃硝酸とは反応しない。それはアルミニウム表面に緻密な〔イ〕^{ちみつ}がつくられ、それ以上反応が進まないからである。しかし、アルミニウムは一般に(b)酸と反応して〔ウ〕を発生するばかりでなく、(c)強塩基とも反応して〔ウ〕を発生する。

(d)アルミニウムの粉末を酸素中で加熱すると激しく燃焼する。

ろ紙を使って、るつぼ型の器をつくり、この中に酸化クロム(Ⅲ)粉末 5 g とアルミニウム粉末 2 g をよく混ぜ合わせて入れ、点火剤としてマグネシウムリボン (7 cm 位の長さ) を差し込む。るつぼ型の器を安全のため砂の入ったバケツにうめ込み、点火すると器内で(e)目的とする反応は完結し、砂の中に塊が残る。この方法は〔エ〕法と呼ばれている。

問 6 〔ア〕に適切な語句を入れよ。

問 7 アルマイトは適当な厚さの酸化アルミニウムの膜をもつ。この膜の機能に関する次の記述(i)～(iv)のうち、もっとも適当ではないものを1つ選び、番号で答えよ。

- (i) 耐食性 (耐腐食性) がよくなる。
- (ii) 着色性がよくなる。
- (iii) 絶縁性がよくなる。
- (iv) 光反射性がよくなる。

問 8 下線部(a)を化学反応式で示せ。

問 9 〔イ〕, 〔ウ〕に適切な語句を入れよ。

問 10 下線部(b)について、例えば、塩酸とはどのように反応するか。化学反応式で示せ。

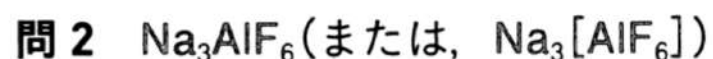
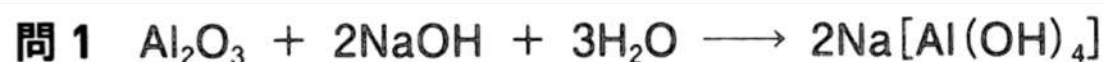
問 11 下線部(c)について、例えば、水酸化ナトリウム水溶液とはどのように反応するか。化学反応式で示せ。

問 12 下線部(d)を化学反応式で示せ。

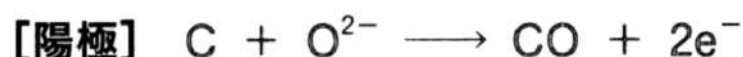
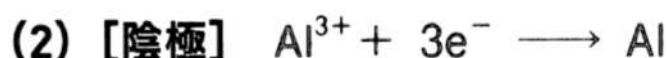
問 13 下線部(e)を化学反応式で示せ。

問 14 〔エ〕に適切な語句を入れよ。

アルミニウムに関連する問題の解答



問 3 より低い温度で熔融させるため。(15 字)



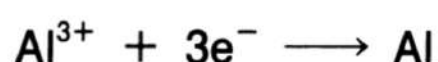
または



(3) イオン化傾向が大きいアルミニウムのイオンより, 水または水素イオンの方が還元されやすいため, 水溶液の電気分解の陰極では水素が発生してアルミニウムは得られないため。(80 字)



ちょっと計算してみましょう。1 時間でアルミニウム 1 kg を得るためには何 A (アンペア) の電流が必要でしょうか?



の式からわかるように, アルミニウム 1 mol を得るためには, 3 mol の電子が必要です。言い換えれば, アルミニウム 27 g を得るためには, $3 \times 9.65 \times 10^4$ C (クーロン) の電気量が必要です。ですから, アルミニウム 1 kg を得るために

は, $3 \times 9.65 \times 10^4 \times \frac{1000}{27}$ (C) の電気量が必要で, この電気量を 1 時間で与える

ためには, 電気量(C) = 電流(A) × 時間(秒) ですから,

$$\text{電流 (A)} = \frac{\text{電気量 (C)}}{\text{時間 (秒)}} = \frac{3 \times 9.65 \times 10^4 \times \frac{1000}{27}}{60 \times 60}$$

$\approx 2.98 \times 10^3$ (A) もの電流が必要です。

問5

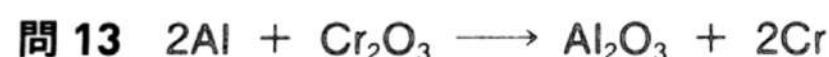
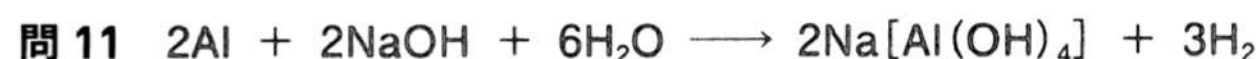
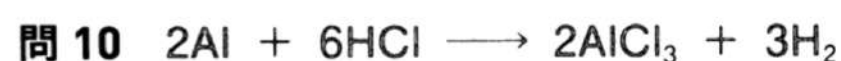
問 6 ジュラルミン

問 7 (iv)



問 9 ☐ イ 酸化被膜

☐ ウ 水素



問 14 テルミット

アルミニウムの化合物

アルミニウムの化合物に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

酸化アルミニウムはアルミナともいわれ、硬くて融点が高く（約 2050°C ）、耐酸化性、耐摩耗性、耐腐食性に優れている。ただし、(a)塩酸や水酸化ナトリウム水溶液には徐々に溶けるので、 ア 酸化物と呼ばれる。

ルビー、イ などの宝石は、少量の不純物を含んだ酸化アルミニウムの結晶である。クロムイオン、鉄イオン、チタンイオンが透明な酸化アルミニウムに混入するために赤や青などの色がみられる。

アルミニウムイオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると ウ 色の エ が沈殿として生じる。この沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると水溶性の オ が生成し、沈殿は溶解する。

硫酸アルミニウムと硫酸カリウムのやや濃い水溶液を混合して放置するとミョウバン（硫酸カリウムアルミニウム十二水和物）カ の結晶が得られる。これはミョウバンの水への溶解度が室温では小さいからである。(b)ミョウバン中のカリウムやアルミニウムが他の元素に置き換わった化合物も存在するが、 その場合も同じ正八面体の結晶をつくることが知られている。ミョウバンのように、二種以上の塩が一定の割合で結合した塩で、もとの塩と同じ成分イオンをもつものを キ という。

問 1 下線部(a)のそれぞれを化学反応式で示せ。

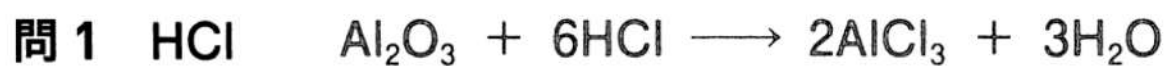
問 2 空欄 ア ～ ウ，キ の中に適当な語句を入れよ。

問 3 空欄 エ ～ カ の中に適当な化学式を入れよ。

問 4 下線部(b)についての一例を化学式で示せ。

問 5 ミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の水溶液は弱酸性を示す。イオン反応式を用いてその理由を数行以内で説明せよ。

アルミニウムの化合物に関する問題の解答



問 2 ☐ア 両性 ☐イ サファイア

☐ウ 白 ☐キ 複塩

問 3 ☐エ $\text{Al}(\text{OH})_3$

☐オ $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

☐カ $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

問 4 $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

問 5 ミョウバンの水溶液は、ミョウバンが電離した後、次式の水和アルミニウムイオンの加水分解の結果として酸性を示す。



亜鉛とその化合物

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

亜鉛は [1] 元素である。[2] 族元素に属するが、周期表で [3] 元素との境界に位置するため、[3] 元素によく似た性質を示す。

(a)亜鉛の単体は、乾電池や(b)合金の材料のほか、(c)鋼板のメッキなどに用いられており、セン亜鉛鉱（主成分 ZnS ）を酸素で(d)酸化物とした後、その酸化物を炭素で還元するなどしてつくられる。

亜鉛イオンを含む水溶液にアンモニア水を少しずつ加えると、最初は [4] 色ゲル状の沈殿 [5] が観察されるが、さらにアンモニア水を加えると [6] の反応により沈殿は溶けて [7] 構造の(e)錯イオンが生じ、[8] 色の溶液となる。

問 1 空欄 [2] には数値を、空欄 [1] , [3] には適当な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)～(d)について次の問いに答えよ。

(a) 亜鉛の単体は、塩酸のような酸ばかりでなく、水酸化ナトリウムのような塩基とも反応する。亜鉛の単体と水酸化ナトリウムとの反応を化学反応式で示せ。

(b) 亜鉛と銅との合金を一般に何というか。

(c) 鋼板に亜鉛をめっきしたものを一般に何というか。

(d) 酸化亜鉛は、塩酸のような酸ばかりでなく、水酸化ナトリウムのような塩基とも反応する。酸化亜鉛と水酸化ナトリウムとの反応をイオン反応式で示せ。

問 3 空欄 [5] には化学式を、空欄 [6] にはイオン反応式を、空欄 [4] および [7] , [8] には適当な語句を記入せよ。

問 4 下線部(e)について以下の問いに答えよ。

(1) この錯イオンの名称を答えよ。

(2) 錯イオンについて 60 字以内で説明せよ。ただし、金属イオン、中性の分子、陰イオン、配位結合、非共有電子対などの語句を用いること。

亜鉛に関する問題の解答

問 1 典型 12 遷移

問 2 (a) $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$

(b) 黄銅(しんちゅう) (c) トタン

(d) $\text{ZnO} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

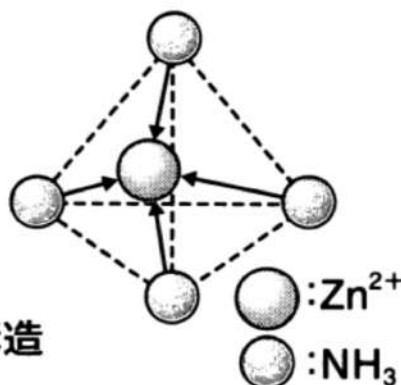
問 3 白 $\text{Zn}(\text{OH})_2$

$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$

正四面体 無

問 4 (1) テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオン

(2) 金属イオンを中心とし、そのイオンに非共有電子対をもった中性の分子や陰イオンが配位結合によって結合してできたイオンのこと。(60 字)



テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンの構造

テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンの構造

