

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1kg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、1mol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5gとアルミニウム粉末2g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(7cm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〕に適当な語句を入れよ。

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〕に適当な語句を入れよ。

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〕に適当な語句を入れよ。

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℃）、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の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。

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。

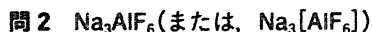
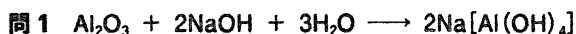
問 3 空欄 [5] には化学式を、空欄 [6] にはイオン反応式を、空欄 [4] お
よび [7]、[8] には適当な語句を記入せよ。

問 4 下線部(e)について以下の問いに答えよ。

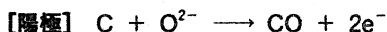
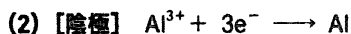
(1) この錯イオンの名称を答えよ。

(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。

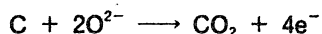
アルミニウムに関連する問題の解答



問3 より低い温度で溶融させるため。(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)

問5 2.98×10^3 (A)

ちょっと計算してみましょう。1時間でアルミニウム1kg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1molを得るためには、3molの電子が必要です。言い換えれば、アルミニウム27g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1kg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。

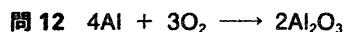
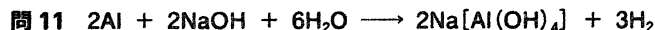
問6 ジュラルミン

問7 (iv)



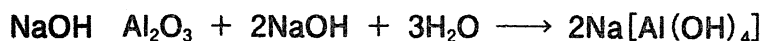
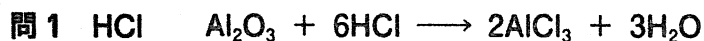
問9 ☒ イ 酸化被膜

☐ 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

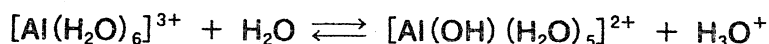
問3 ☐エ $\text{Al}(\text{OH})_3$

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

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

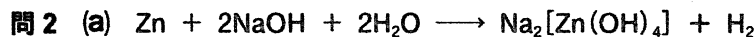
問4 $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

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。

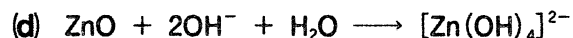


亜鉛に関する問題の解答

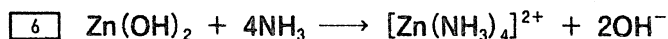
問1 ☐1 典型 ☐2 12 ☐3 遷移



(b) 黄銅(しんちゅう) (c) トタン



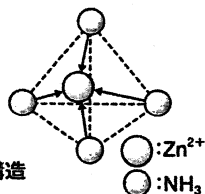
問3 ☐4 白 ☐5 $\text{Zn}(\text{OH})_2$



☐7 正四面体 ☐8 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