

1. 次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

周期表の[ a ]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一つである。中でも単体(金属)のアルミニウムは広く用いられており、現代は石、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。これは、まず第一に、酸化アルミニウムを主成分とする鉱石であるボーキサイト中のアルミニウム成分を、選択的に水酸化ナトリウム水溶液に溶解した後、(A)pHを調節して、水酸化アルミニウムとして精製し、加熱することにより純度の高い酸化アルミニウムを得る精製方法(バイヤー法)が見出されたこと、そして第二に、[ b ]を電極として、酸化アルミニウムにフッ素化合物である[ c ]を加えて、[ d ]を下げることにより、(B)水溶液では電解還元が困難なアルミニウムを融解(溶融)状態で電解する融解電解(溶融塩電解)法(ホール・エルー法)が発明されたことによる。これらの精製・精錬法には、アルミニウムの化学的性質が反映されている。

問1 空欄[ a ]～[ d ]の中に適当な語句を入れなさい。

問2 下線部(A)で水酸化アルミニウムが生成する反応を反応式で示しなさい。

問3 酸化アルミニウムと同じように、酸にもアルカリにも溶ける性質を示す酸化物を、以下の酸化物群から一つ選び番号で書きなさい。

1.  $\text{MnO}_2$     2.  $\text{CuO}$     3.  $\text{SiO}_2$     4.  $\text{ZnO}$     5.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$     6.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

問4 下線部(B)について以下の問に答えなさい。

- (1) 金属アルミニウムと同じように、水溶液電解では電解還元が困難なため、融解電解により精錬される金属を元素記号で3つ挙げなさい。
- (2) アルミニウムや問4(1)に挙げた金属が、水溶液の電解で精錬されない理由を30字以内で述べなさい。
- (3) アルミニウム 270kg を製造するために 300kA の電流を流すとすると、何時間電解する必要がありますか。流した電流が全てアルミニウムの精錬に使われるとして、有効数字3桁で答えなさい。

(1996 神戸大)

2. 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。数値は有効数字2桁で答えなさい。

金属結晶の一つであるアルミニウムの結晶の単位格子は、図1に示したような立方体であり、その構造は[ア]と呼ばれる。

アルミニウムの単体を工業的に得るには、図2に示すように、原料を高温で融解状態にして電気分解を行う。この方法は[イ]と呼ばれる。この方法においては、[ウ]と呼ばれる鉱石を用いて、その主成分である酸化アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に溶解し、つづいて、水酸化アルミニウムとして沈殿させた後、強熱することによって得られる酸化アルミニウムを原料として用いる。さらに酸化アルミニウムの融点を下げるために[エ]を加え、電極には炭素を用いて、約1000℃で電気分解を行う。

問1 空欄[ア]～[エ]に適切な語句を入れなさい。

問2 図1に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) この単位格子に含まれているアルミニウム原子の数を求めなさい。
- (2) アルミニウムの結晶の密度( $\text{g/cm}^3$ )を求めなさい。ただし単位格子の一辺の長さ  $a$  を  $4.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  として計算しなさい。

問3 金属塩の電気分解に関する(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) アルミニウムの塩類の水溶液を電気分解しても、アルミニウムは析出しない。その理由を25字以内で説明しなさい。
- (2) 白金電極を用いて硫酸銅(II)水溶液を電気分解するとき、陽極ではどのような反応が起こるか。化学反応式を用いて表しなさい。

問4 下線部を化学反応式で表しなさい。

問5 図2の陰極および陽極のそれぞれで起こっている反応を化学反応式で表しなさい。

問6 ある清涼飲料水の缶は、高純度のアルミニウムからつくられており、そのアルミニウムの質量は18.0gであった。この量のアルミニウムを酸化アルミニウムからの電気分解で得るのに必要な電気量(C)を求めなさい。

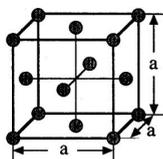


図1

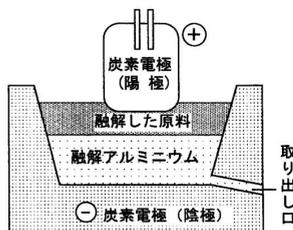


図2

## 解答

1. 1996年

問1 a. 13 b. 炭素 c. 氷晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) d. 融点

問2  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$   $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^-$

問3 4 (両性金属: Al, Zn, Sn, Pb)

問4 (1) K, Ca, Na, Mg の中から3つ (イオン化傾向が Zn より大きい金属)

(2) 解説: イオン化傾向がアルミニウム以上の金属塩の水溶液を電気分解すると、陰極には、必ず水素が発生してしまい、金属の単体は析出しない。そこで、融解液を電気分解すれば、水や水素イオンや水酸化物イオンが存在しないため、金属イオンが電子を受け取り、イオン化傾向が大きい金属でも陰極において単体を得ることができる。

(3) 2.68時間  $\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$  より Al 270kg 得るには  $3 \times 10^4$  モル電子必要である。

2. 2005年

問1 ア 面心立方格子 イ 融解塩電解 ウ ボーキサイト エ 氷晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )

問2 (1) 4個 (2)  $2.8\text{g}/\text{cm}^3$  問3 (1) Al は H よりイオン化傾向が大きいので、水素が還元される。 (3)  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$

問4  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

問5 陰極:  $\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$  陽極:  $\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2e^-$  問6  $1.9 \times 10^5 \text{ C}$