

Exercice : Du minerai de bauxite à l'alumine

L'oxyde de fer(III) ou hématite, $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$, ne réagit pas avec l'hydroxyde de sodium, $\text{Na}_{(aq)}^+ + \text{HO}_{(aq)}^-$, alors que l'oxyde d'aluminium (III) ou alumine, $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$, réagit avec l'hydroxyde de sodium pour donner le tétrahydroxoaluminate de sodium, $\text{Na}_{(aq)}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_4]_{(aq)}^-$. Une solution de tétrahydroxoaluminate de sodium traitée par une solution concentrée d'acide chlorhydrique, $\text{H}_{(aq)}^+ + \text{Cl}_{(aq)}^-$, donne un précipité blanc d'hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$.

Une fois isolé, ce précipité peut être déshydraté par chauffage. On obtient alors de l'alumine pure.

Dans l'industrie, l'alumine est fondue, puis électrolysée pour donner le métal aluminium.

La bauxite est le minerai naturel d'aluminium. Le minerai de bauxite considéré renferme en masse 58,3% d'alumine, $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$, 20,1% d'oxyde de fer (III), Fe_2O_3 , et 21,6% d'impuretés, principalement de la silice, SiO_2 .

Les impuretés présentes dans cette bauxite ne réagissent pas avec l'hydroxyde de sodium.

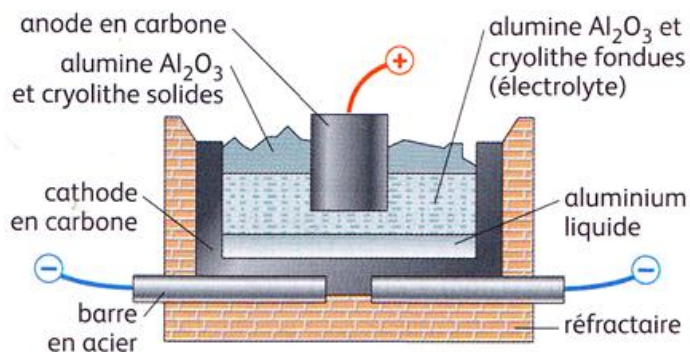
Problème

Proposer un protocole décrivant les diverses étapes de l'extraction de l'alumine contenue dans cette bauxite.

On écrira les équations de toutes les réactions envisagées et on déterminera la masse minimale d'hydroxyde de sodium solide, $\text{NaOH}_{(s)}$, nécessaire à l'extraction de l'alumine présente dans une masse $m = 1,00 \cdot 10^3$ kg de bauxite.

Exercice : Production de l'aluminium (procédé Hall-Héroult)

Le métal aluminium est synthétisé à partir d'un minerai appelé bauxite, dont on extrait l'alumine : $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$. On réalise alors une électrolyse en sel fondu : un générateur de courant continu est branché à deux électrodes au contact d'un liquide résultant de la fusion d'un solide ionique (la cryolithe) à haute température (1000 °C environ), dans lequel l'alumine est dissoute. Les deux électrodes branchées au générateur sont en carbone graphite : $\text{C}(\text{gr})$.



- 1°> On suppose que la dissolution de l'alumine dans l'électrolyte produit des ions aluminium Al^{3+} et des ions oxyde O^{2-} . Ecrire l'équation de la réaction de dissolution.
- 2°> Ecrire la demi-équation rédox traduisant la formation d'aluminium métallique.
- 3°> Justifier l'obtention d'aluminium liquide au fond de la cuve, sur l'électrode en graphite reliée au pôle négatif du générateur.
- 4°> Au niveau de l'électrode reliée au pôle positif du générateur, on observe la production de dioxyde de carbone gazeux. Ajuster la demi-équation rédox correspondante :
 $\text{C}(\text{gr}) + \text{O}^{2-}(\text{d}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \dots\dots\dots e^-$
- 5°> Dédire des questions 2 et 4, l'équation de la réaction de la synthèse de l'aluminium par électrolyse.
- 6°> Emettre des hypothèses pour expliquer que l'industrie de l'aluminium est considérée comme l'une des plus coûteuses, notamment d'un point de vue économique et écologique. Quelle filière doit être développée en conséquence ?

Données : $\theta_{\text{fus}}(\text{Al}) = 660^\circ\text{C}$; $\theta_{\text{fus}}(\text{C}(\text{gr})) = 3827^\circ\text{C}$; densité de l'aluminium liquide : 2,3 ; densité de la cryolithe liquide : 2,1