التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي

أولاً: استخلاص الألمنيوم

يعد الألمنيوم من أكثر الفلزات انتشاراً في القشرة الأرضية، ويستخلص من خام البوكسيت (أكسيد الألمنيوم المائي) $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ، بطريقة هول-هيرولت:

خطوات استخلاص الألمنيوم:

1- يعالج الخام لتخليصه من الشوائب.

2- يسخن لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 .

3- يذاب في مصهور الكريولايت Na_3AlF_6 لخفض درجة الانصهار إلى 1000^oC .

4- إمرار تيار كهربائي في المصهور، فتختزل أيونات الألمنيوم عند المهبط، ويتكون الألمنيوم الذي يتجمع أسفل الخلية، ويسحب من مخرج خاص.

مكونات خلية هول - هيرولت:

المهبط: طبقة داخلية من الجرافيت.

المصعد: سلسلة من أقطاب الجرافيت تغمس في المصهور.

التفاعلات التي تحدث على الأقطاب:

المهبط: اختزال أيونات الألمنيوم:

$$Al^{3+}_{(l)} + 3e^- \rightarrow Al_{(l)}$$

المصعد: تتأكسد أيونات الأكسجين O^{2-} :

$$2O^{2-}_{(l)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 4e^-$$

وينطلق غاز الأكسجين الذي يتفاعل مع قطبان الغرافيت لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون،

وهذا التفاعل يؤدي إلى تآكل القضبان تدريجياً، لذا يتم تبديلها دورياً.

معادلة تآكل قضبان الجرافيت:

$$C_{(s)} + O_{2\ (g)} \rightarrow CO_{2\ (g)}$$

التفاعل الكلي للخلية:

$$2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$$

سلبيات الحصول على الألمنيوم بطريقة هول - هيرولت:

- تستهلك عملية استخلاص الألمنيوم بهذه الطريقة كميات هائلة من الطاقة (لارتفاع درجة انصهار الألمنيوم)؛ لذا تقام مصانع إنتاجه قريباً من محطات الطاقة الكهربائية لتوفير كلفة نقل الطاقة.
- تآكل قضبان الجرافيت؛ لذا فهي بحاجة لتبديل بشكلٍ دوري.

لذلك يركز بشكل كبير على عملية إعادة تدويره؛ إذ تبلغ كمية الطاقة اللازمة لإعادة التدوير نحو 5% من الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام البوكسايت.

ثانياً: تنقية الفلزات

تحتاج استخدام الفلزات إلى أن تكون نقية تماماً، مثل النحاس المستخدم في التمديدات الكهربائية.

تستخدم عملية التحليل الكهربائي لتنقية الفلزات، مثل النحاس، فخاماته تحتوي على شوائب مثل الخارصين والحديد والذهب والفضة والبلاتين.

خطوات تنقية النحاس من الشوائب بالتحليل الكهربائي:

1- يُشكل النحاس غير النقي على شكل قوالب تمثل المصعد في خلية التحليل.

2- يوصل المهبط بشريحة رقيقة من النحاس النقي.

3- يغمر المصعد والمهبط في محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$.

4- يمرر تيار كهربائي في خلية التحليل.

5- يحدث تأكسد لذرات النحاس عند المصعد:

$$Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

6- يحدث اختزال لأيونات النحاس عند المهبط:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$$

7- تنتقل ذرات النحاس من المصعد (القطب غير النقي) إلى المهبط (القطب النقي).

8- تتأكسد ذرات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقل من النحاس، كالحديد والخارصين مكونة أيونات Fe^{2+} و Zn^{2+} تذوب في المحلول.

9- لا تتأكسد ذرات الذهب والبلاتين، وتتجمع في قاع الخلية.

درجة نقاوة النحاس المستخلص بهذه الطريقة 99.9%

سؤال (1):

يراد تنقية قوالب من القصدير باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

أ- ما القطب الذي يجب أن تمثله القوالب غير النقية؟

ب- ما المادة المستخدمة في القطب الآخر؟

ج- أقترح محلولاً يمكن استخدامه في هذه الخلية.