

الفصل الثامن والعشرون : كفاءة التيار

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزاري

الفصل الثامن والعشرون

كفاءة التيار

والحيود عن قوانين فاراداي

الفصل الثامن والعشرون : كفاءة التيار

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

الفصل الثامن والعشرون

كفاءة التيار

إن الجزء الأكبر من التيار المار في الخلية أثناء التحليل الكهربائي يستهلك في تفاعلات كيميائية تسمى (Faradic Current)، والجزء المتبقي من التيار يستخدم في أغراض أخرى (Non-Faradic Current) والنسبة بين كمية الكهرباء التي تم الحصول عليها من التحليل الكهربائي وكمية الكهرباء التي تمر في المحلول (المحسوبة نظرياً من قوانين فاراداي) تعرف بكفاءة التيار (Current Efficiency).

$$\% \text{ Current Efficiency} = \frac{\text{Observed Quality of Electricity}}{\text{Theoretical Quality of Electricity}} \times 100$$

تعريف

كفاءة التيار هي ذلك القدر من التيار الذي يستهلك في إنتاج المنتج الأساسي أو الرئيسي.

أسباب انخفاض كفاءة التيار أثناء العمليات الكهروكيميائية العوامل التي تسبب الحيود عن قوانين فاراداي

توجد عدة عوامل تسبب الحيود عن قوانين فاراداي (أي تسبب انخفاض كفاءة التيار عن 100 %) ومن هذه العوامل :

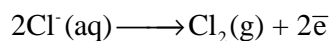
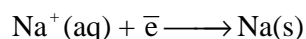
١) إعادة اتحاد المواد الأولية الناتجة على سطح القطب Recombination of Primary Electrode Products

في حالة التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم (NaCl) باستخدام قطب الزئبق ككاتود تكون نواتج الكاثود الأولية (Na/Hg)، فإذا لم تؤخذ

الفصل الثامن والعشرون : كفاءة التيار

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزاري

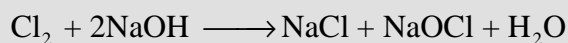
الإحتياجات اللازمة لمنع تلامسها مع نواتج الأنود (هي غاز الكلور Cl_2) فتكون النتيجة إعادة اتحاد الصوديوم (Na) مع الكلور (Cl_2) واستهلاك كمية من الكهرباء في تفاعلات غير مفيدة ومن ثم انخفاض كفاءة التيار.



مزید من القراءة

(إعادة اتحاد نواتج المصعد والمهبط)

ومثال ذلك تحليل محلول كلوريد الصوديوم حيث يتكون عند المهبط هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بينما يتكون عند المصعد غاز الكلور وهو غاز له ذوبانية محدودة في الماء فإذا لم تصمم الخلية الكهربائية التصميم الملائم فإننا نجد أن هذا الغاز ينتشر نحو المهبط حيث يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ما يسمى بأكسي كلوريد الصوديوم (NaOCl). وكننتيجة لذلك تقل كمية الصودا الكاوية المتواجدة نتيجة استهلاكها في التفاعل السابق والذي يمكن توضيحه بالمعادلة التالية :



ولذلك فإنه في مثل هذه الحالة يجب فصل نواتج المصعد عند المهبط وذلك عن طريق استخدام حاجز مسامي (diaphragm or porous membrane) والذي يسمح بانتشار الأيونات ولا يسمح بانتشار الجزيئات وبذلك يمكن تحسين كفاءة التيار للخلية. أما إذا كان الهدف الأساسي هو إنتاج أكسي كلوريد الصوديوم فإنه في هذه الحالة يجب تخليص الخلية من هذا الحاجز المسامي مع مراعاة تزويد الخلية بمقلب كي يعمل على خلط نواتج المصعد والمهبط.

الفصل الثامن والعشرون : كفاءة التيار

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزازي

٢) عدم ثبات النواتج الأولية (الأساسية) عند الأقطاب

Instability of Primary Electrode Products

- في المثال السابق نجد أن الناتج (Na/Hg) غير ثابت وحساس جداً للرطوبة والهواء ولا بد من حمايته من الجو الخارجي (Protected from the atmosphere).
- وكما هو الحال في عملية إنتاج الألومنيوم فإن الحرارة الشديدة قد تؤدي إلى تبخر جزء منه ويتبع ذلك أن تكون الكمية المتراكمة عند المهبط أقل من الكمية المفروض إنتاجها وفقاً لقوانين فاراداي.

٣) حدوث بعض التفاعلات الكيميائية مع القطب أو الإلكتروليت المستخدم

Chemical or Physical Reactions with Electrodes of Electrolysis

من التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم (NaCl) نجد أن Cl_2 يهاجم البلاتين أو الجرافيت كأنود، أو قد يذوب في الماء مكوناً هيبوكلوريت، ويمكن أيضاً اتحاد Cl_2 مع H_2 أو أي قاعدة تكونت من (Na/Hg).

٤) حدوث تفاعلات قطبية غير مفيدة عند الأقطاب

Unproductive Electrode Reactions

- مثل تصاعد الهيدروجين جنباً إلى جنب أثناء عمليات ترسيب الفلزات كهربياً وفي مثل هذه الحالة نجد أن جزءاً من التيار قد تم فقده في عمليات إنتاج الهيدروجين مما يؤدي إلى عدم كفاءة التيار.
- في حالة استخدام تيار ذو شدة مرتفعة للتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس ($CuSO_4$) واستخدام أقطاب نحاس، نجد أن بعض التيار

الفصل الثامن والعشرون : كفاءة التيار

إعداد /د. عمر بن عبد الله الهزاري

يستهلك في إنتاج غاز الهيدروجين ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$) بدلاً من

استخدامه في ترسيب النحاس على الكاثود ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$).

- إذا تم استخدام قطب نحاس غير نقي كأنود نجد أيضاً استهلاك جزء من التيار في ذوبان الشوائب بدلاً من ذوبان قطب النحاس لكي يعوض المحلول بأيونات النحاس (Cu^{2+}) التي تترسب على الكاثود في صورة فلز النحاس.

(ه) تولد حرارة Generation of Heat

باستخدام تيار ذي شدة مرتفعة نجد انخفاض كفاءة التيار بسبب استهلاك جزء من التيار في إنتاج حرارة، وأيضاً بزيادة مقاومة المحلول تتولد كمية من الحرارة.