

أمثلة لتحويلات قسرية التحليل الكهربائي

I التحول القسري:

1- التحول التلقائي بين فلز النحاس وثنائي البروم:

نضع في أنبوب اختبار أسلاكاً من النحاس Cu ونضيف إليها قليلاً من محلول ثنائي البروم $[Br_2] = 10^{-2} mol/L$. الخليط في البداية لونه أصفر (مميز لثنائي البروم) يتحول تدريجياً إلى اللون الأزرق (نتيجة تكون أيونات النحاس II) كما نلاحظ اختفاء فلز النحاس.

معادلة التفاعل الحاصل: $Cu + Br_2 \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2Br^-$ ثابتة التوازن $k = 1,25 \cdot 10^{25}$
هذا التطور تلقائي وهو ما يتطابق مع معيار التطور التلقائي.

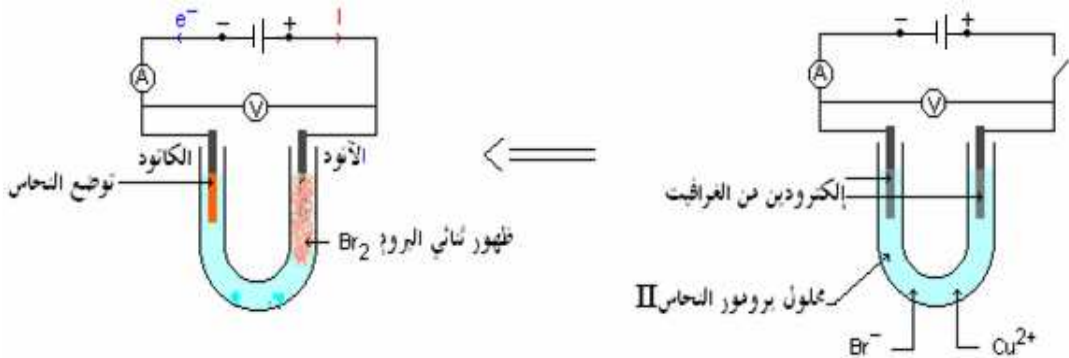
$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i [Br^-]_i^2}{[Br_2]_i} = \frac{0}{10^{-2}} = 0 < k$$

المجموعة تتطور في المنحى المباشر.

وبما أن: $k \gg 10^4$ التفاعل كلي في المنحى المباشر.

2 - التحول القسري:

نملأ أنبوباً على شكل U بمحلول مائي لبرومور النحاس II وننجز التركيب التالي:



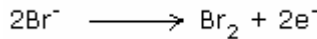
إذا كان توتر المولد ضعيفاً أقل من $(1,2V)$ لا يحدث التحليل الكهربائي. وإذا كان أكبر من $1,2V$ نلاحظ توضع النحاس على الكاثود وتكون ثنائي البروم بجوار الأنود.

ملحوظة: خلافاً للعمود، الأنود في التحليل الكهربائي هي الإلكترود المرتبطة بالقطب الموجب والكاثود هي المرتبطة بالقطب السالب.

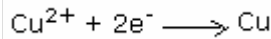
ب- تعجيل: يُمرّر المولد تياراً كهربائياً من قطبه الموجب نحو قطبه السالب في الدارة الخارجية. وبذلك تنتقل

الإلكترونات في المنحى المعاكس.

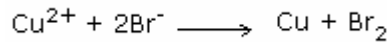
بجوار الأنود: تحدث الأكسدة الأنودية أي فقدان الإلكترونات. وهي تطرأ على المختزل أي Br^- . وذلك وفق نصف المعادلة التالية:



بجوار الكاثود: يحدث الإختزال الكاثودي أي فقدان الإلكترونات. وهو يطرأ على المؤكسد Cu^{2+} . وذلك وفق نصف المعادلة التالية:



حصيلة التحليل الكهربائي:



وهو عكس التفاعل الموافق للتطور التلقائي للمجموعة.

ج- استنتاج:

تبين التجربة انه في ظروف معينة، عندما يمنح المولد الطاقة الكهربائية اللازمة، يمكن للمجموعة أن تتطور في المنحى المعاكس لمنحى تطورها التلقائي. ويسمى هذا التحول القسري بالتحليل الكهربائي.

II الدراسة الكمية للتحليل الكهربائي:

1- تعبير كمية مادة الإلكترونات المنتقلة في الدارة خلال المدة Δt

كمية الكهرباء q التي تعبر مقطع الدارة خلال المدة الزمنية Δt .

$$q = I \cdot \Delta t = n \cdot e$$

: شدة التيار الذي يعبر الدارة خلال المدة Δt .

: عدد الإلكترونات الذي يعبر مقطع الدارة خلال المدة Δt .

$$n = N_A \cdot n(e) \iff n(e) = \frac{n}{N_A}$$

كمية مادة الإلكترونات:

ونعلم أن الفاراداي: $F = e \cdot N_A$

وبذلك تصبح العلاقة السابقة: $q = I \cdot \Delta t = n(e) \cdot e \cdot N_A$

$$F = 96500 C / mol$$

$$q = I \cdot \Delta t = n(e) \cdot F$$

وبالتالي:

2- تطبيق:

- نجز التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك ($H^+ + Cl^-$)، فنحصل على انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وغاز الهيدروجين بجوار الكاتود .
- 1- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار كل من الإلكترودين واستنتج حسيلة التحليل الكهربائي.
 - 2- احسب كمية الكهرباء الممررة علما أن شدة التيار في الدارة $I = 1A$ خلال مدة $\Delta t = 30mn$.
 - 3- احسب كمية مادة ثنائي الكلور المتكون خلال هذه المدة.
 - 4- ما حجم ثنائي الكلور المحصل عليه عند $20^\circ C$ ؟

- 1- النوع H^+ ينتمي للمزدوجة: H^+ / H_2 بينما النوع: Cl^- ينتمي للمزدوجة: Cl_2 / Cl^- .
- بجوار الكاتود: الأكسدة الأنودية تطرأ على المختزل أي Cl^- : $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
- بجوار الأنود: الاختزال الكاتودي يطرأ على المؤكسد أي H^+ : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
- حسيلة التحليل الكهربائي: $2H^+ + 2Cl^- \rightarrow H_2 + Cl_2$

2- كمية الكهرباء: $q = I \cdot \Delta t = 1A \cdot 1800s = 1800C$

- 3- لرسوم جدول تقدم تفاعل الحاصل خلال عملية التحليل الكهربائي:

المعادلة		
$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$		
الحالة البدئية	التقدم	كمية المادة
	0	0
عند $t = 30mn$	$2x$	x
		$n_0 - 2x$

كمية مادة الإلكترونات المنتقلة في الدارة خلال $30mn$:

$n(e^-) = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{1800}{96500} = 0,019mol$ ولدينا من خلال الجدول: $n(Cl_2) = x$ و $n(e^-) = 2x$

$x = n(Cl_2) = \frac{n(e^-)}{2}$

ومنه $n(Cl_2) = \frac{0,019}{2} = 0,0095mol$ ولدينا: $n(Cl_2) = \frac{V_{(Cl_2)}}{V_M}$ و $V(Cl_2) = 0,0095 \cdot (24) = 0,23L$

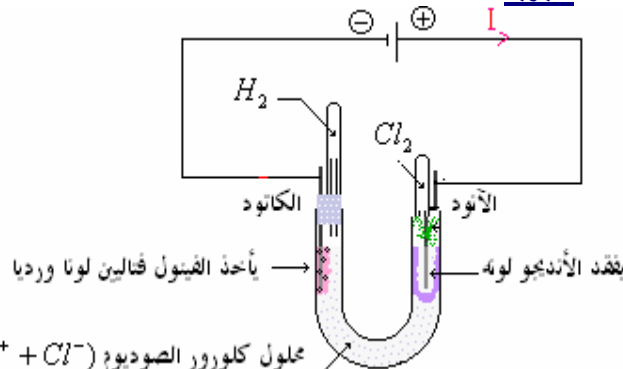
II أمثلة وتطبيقات للتحليل الكهربائي:

1- عموميات:

- * يمكن انطلاقا من منحى التيار الكهربائي في محلل كهربائي:
- التعرف على الأنود والكاتود.
- تحديد مختلف التفاعلات الممكنة عند كل من الأنود والكاتود. بحيث يمكن أن يحدث أكثر من تفاعل بجوار نفس الإلكترود.
- * يُمكن تحليل النواتج المتكونة من التعرف على التفاعلات التي تحدث فعلا بجوار الإلكترودين.
- ملحوظة: يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الإلكترودين والمذيب (الماء) يمكنهم في بعض الحالات المساهمة في هذه التفاعلات.

2- التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم:

أ- تجربة:



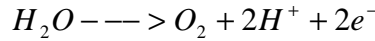
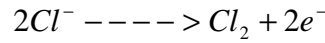
محلول كلورور الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$)

نحصل تجريبيا على انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وانطلاق غاز ثنائي الهيدروجين بجوار الكاتود.

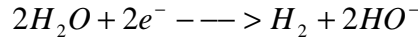
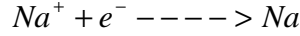
ب- استثمار:

- الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول هي: الماء، أيونات الصوديوم وأيونات الكلورور والجرافيت (غير متفاعل). وهذه الأنواع تنتمي للمزدوجات التالية: O_2 / H_2O ، Cl_2 / Cl^- ، Na^+ / Na ، H_2O / H_2 .
- بجوار الأنود: تحدث الأكسدة الأنودية وهي تطرأ على المختزلات.

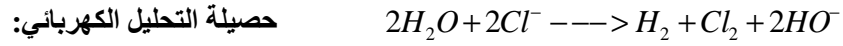
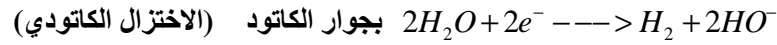
يوجد في وسط التفاعل مختزلان هما : Cl^- و H_2O . إذن ، التفاعلات التي يمكن أن تحدث بجوار الأنود هي :



يوجد في وسط التفاعل مؤكسدان هما : Na^+ و H_2O . إذن ، التفاعلات التي يمكن أن تحدث بجوار الكاتود هي :



بما أننا نحصل على انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وانطلاق غاز ثنائي الهيدروجين بجوار الكاتود فإن التفاعلات التي تحدث فعلا بجوار الإلكترودين هي :



3- بعض تطبيقات التحليل الكهربائي :

للتحليل الكهربائي عدة تطبيقات وذلك رغم الكلفة المرتفعة للطاقة الكهربائية التي يستهلكها:

- تحضير وتنقية العديد من الفلزات .
- تحضير بعض الغازات مثل : H_2 و Cl_2 و O_2 .
- إعادة شحن بطاريات السيارات والأعمدة القابلة للشحن وغيرها.

4- المرّم :

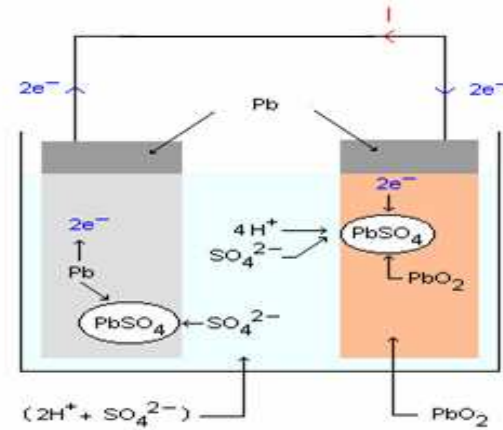
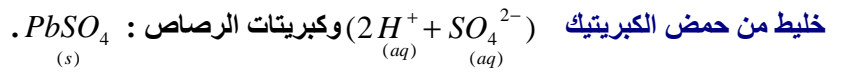
1- تعريف:

المرّم مجموعة كيميائية:

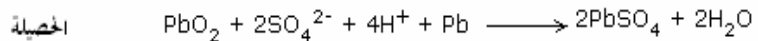
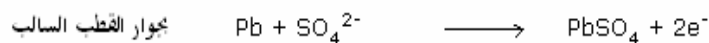
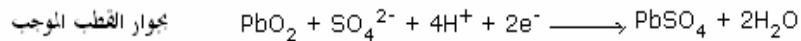
- بإمكانه منح الطاقة الكهربائية إلى دارة خارجية عندما يتطور بكيفية تلقائية ، نقول أن المرّم يُفرغ.
- وبإمكانه الإشتغال كمستقبل : عندما نركب بين مرّبطيه مولدا يفرض عليه تيارا منحاه معاكس لمنحى تيار التفريغ ، المجموعة في هذه الحالة تتطور في المنحى المعاكس لمنحى تطورها التلقائي. نقول أن المرّم يُشحن.

ب- مثال : المرّم الرصاصي (المستعمل في السيارات)

يتكون المرّم الرصاصي من إلكترودين من الرصاص ، أحدهما مطلي بثنائي أكسيد الرصاص PbO_2 مغمورتين في محلول مكون من



خلال اشتغال العمود كمولد :



تساوي القوة الكهرومحرّكة للمرّم الرصاصي حوالي 2V ، و عند تجميع ستة مرّمات على التوالي في بطارية السيارة حوالي 12V .

SBIRO Abdelkrim lycée agricole+lycée abdellah chefchaoui oulad taima région d'Agadir

msn: sbiabdou@hotmail.fr

pour toute observation contactez moi

لا تنسوني بدعائكم الصالح.

وأسأل الله لكم التوفيق .