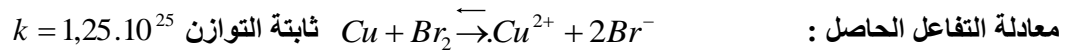


I- التحولات التلقائية : (1) تذكير: التحول التلقائي هو التحول الذي يحدث دون أي تدخل خارجي**(2) التحول التلقائي بين فلز النحاس وثنائي البروم:**

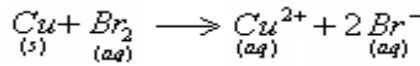
نضع في أنبوب اختبار أسلاكاً من النحاس Cu ونضيف إليها قليلاً من محلول ثنائي البروم $[Br_2] = 10^{-2} mol / L$. الخليط في البداية لونه أحمر- برتقالي (اللون المميز لثنائي البروم) يتحول تدريجياً إلى اللون الأزرق (نتيجة تكون أيونات النحاس II) كما نلاحظ اختفاء فلز النحاس



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.



ملحوظة: ماذا سيحدث عندما نقوم بمزج الأيونات Cu^{2+} مع الأيونات Br^- ؟

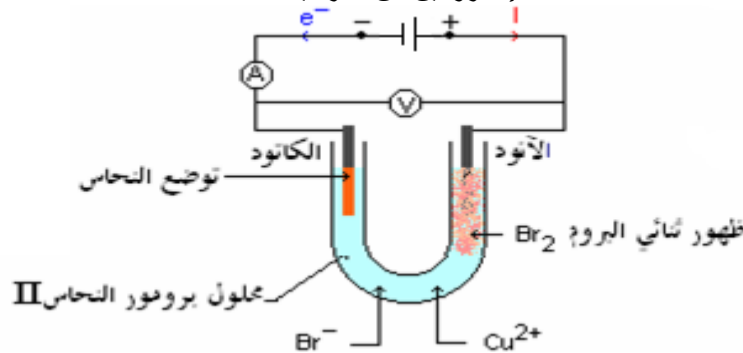
التفاعل الذي يمكن أن يحدث هو: $Cu^{2+} + 2Br^- \rightleftharpoons Cu + Br_2$ وهو المعاكس للتحول السابق: ثابتة توازنه: $K' = \frac{1}{K} = 8,3 \cdot 10^{-26} \approx 0$

خارج التفاعل البدئي: $Q_{r,i} = \frac{[Br_2]_i}{[Br^-]_i^2 \times [Cu^{2+}]_i} = 0 < K' = Q_{r,i}$ المجموعة لا يمكنها أن تتطور تلقائياً في المنحى المباشر.

لإجبار هذه المجموعة على التطور في المنحى المباشر يجب أن نمنح الطاقة الكهربائية للمجموعة المكونة من الأيونات Cu^{2+} والأيونات Br^- إذن يجب إنجازاً لتحليل الكهربائي لبرومور النحاس II وهو تحول قسري.

III- التحولات القسرية : (1) تعريف: التحول القسري هو التحول الذي يحدث في المنحى المعاكس للتحول التلقائي . (يعتبر التحليل الكهربائي مثلاً لتحول قسري).**(2) مثال لتحول قسري: التحليل الكهربائي لمحلول مائي لبرومور النحاس II:**

أ- تجربة: نملأ أنبوباً على شكل U بمحلول مائي لبرومور النحاس II وننجز التركيب التالي باستعمال الكترودين من الغرافيت.



إذا كان التوتر أكبر من 1,2V نلاحظ توضع النحاس على الكاتود وتكون ثنائي البروم بجوار الكاتود.

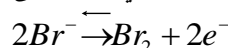
ملحوظة: خلافاً للعمود، الأنود في التحليل الكهربائي هي الإلكترود المرتبطة بالقطب الموجب والكاتود هي المرتبطة بالقطب السالب.

الإلكترود	الأنود	الكاتود
حالة العمود	القطب السالب	القطب الموجب
حالة التحليل الكهربائي	القطب الموجب	القطب السالب

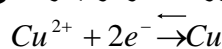
ب- تعليل: يمرر المولد تياراً كهربائياً من قطبه الموجب نحو قطبه السالب في الدارة الخارجية. وبذلك

تنتقل الإلكترونات في المنحى المعاكس .

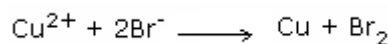
بجوار الأنود: تحدث الأكسدة الأنودية أي فقدان الإلكترونات . وهي تطراً على المختزل أي Br^- . وذلك وفق نصف المعادلة التالية:



بجوار الكاتود: يحدث الإختزال الكاتودي أي فقدان الإلكترونات . وهو يطرأ على المؤكسد Cu . وذلك وفق نصف المعادلة التالية:



حصيلة التحليل الكهربائي:



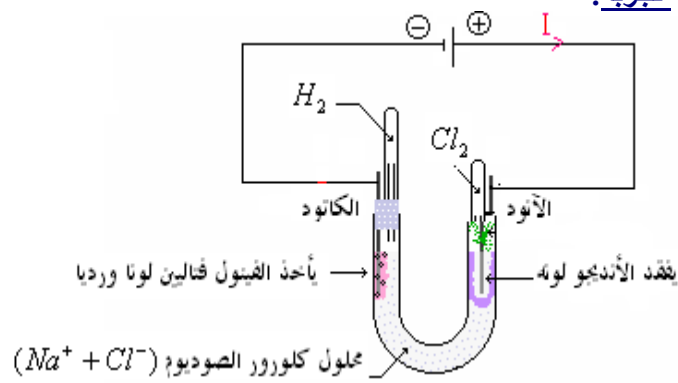
وهو عكس التفاعل الموافق للتطور التلقائي السابق .

ج- استنتاج:

تبين التجربة أنه 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.

III أمثلة وتطبيقات التحليل الكهربائي:**1- التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم:**

أ- تجربة:

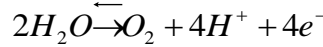
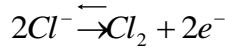


تبين التجربة انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وانطلاق غاز ثنائي الهيدروجين بجوار الكاثود.

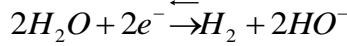
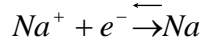
ب- استثمار:

الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول هي: الماء، أيونات الصوديوم وأيونات الكلورور والغرافيت (غير متفاعل). وهذه الأنواع تنتمي للمزدوجات التالية: H_2O/H_2 ، Na^+/Na ، Cl_2/Cl^- ، و O_2/H_2O .

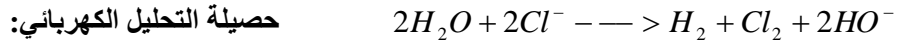
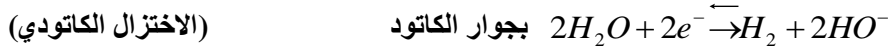
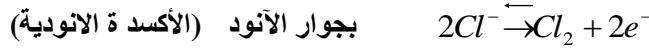
- بجوار الأنود: تحدث الأكسدة الأنودية وهي تطراً على المختزلات. يوجد في وسط التفاعل مخزلين هما: Cl^- و H_2O . إذن، التفاعلات التي يمكن أن تحدث بجوار الأنود هي:



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



بما أننا نحصل على انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وانطلاق غاز ثنائي الهيدروجين بجوار الكاثود فغن التفاعلات التي تحدث فعلاً بجوار الغلكترودين هي:



ج- استنتاج:

* يمكن انطلاقاً من منحنى التيار الكهربائي في محلل كهربائي التعرف على الأنود والكاثود.

- تحديد مختلف الفاعلات الممكنة عند كل من الأنود والكاثود. بحيث يمكن أن يحدث أكثر من تفاعل بجوار نفس الإلكترود.

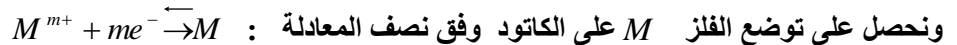
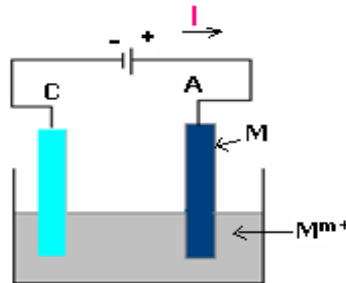
* يمكن تحليل النواتج المتكونة من التعرف على التفاعلات التي تحدث فعلاً بجوار الإلكترودين.

ملحوظة: يجب الأخذ بعين الاعتبار الإلكترودين والمذيب (الماء) بحيث بإمكانها أن تساهم في هذه التفاعلات.

2- التحليل الكهربائي بالأنود القابلة للذوبان:

أهمية التحليل بالأنود القابلة للذوبان

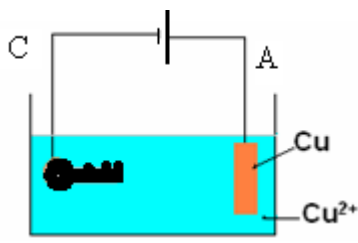
نحصل على هذا النوع من التحليل الكهربائي إذا كانت الأنود تتكون من فلز M والمحلل الإلكتروليتي يحتوي على أيونات هذا الفلز M^{m+} . خلال هذا النوع من التحليل تتآكل الأنود نتيجة الأكسدة.



يبدأ هذا التحليل انطلاقاً من 0V وحصيلته منعمة، أهميته تتجلى فقط في نقل المادة من الأنود إلى الكاثود يستعمل للطلاء ولتنقية الفلزات من الشوائب.

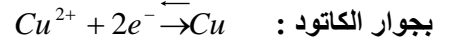
بمثال للتحليل الكهربائي بالأنود القابلة للذوبان:

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لكبريتات النحاس II ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) باستعمال أنود من فلز النحاس (الكاثود مفتاح من فلز الحديد)



نحصل على توضع طبقة من النحاس على المفتاح.

نلاحظ تآكل الأنود وتوضع النحاس على الكاتود . يسمى هذا النوع من التحليل: التحليل الكهربائي بالأنود القابلة للذوبان



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- المرمك :

ا- تعريف:

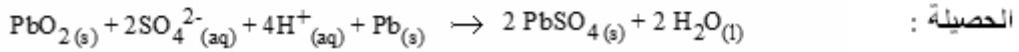
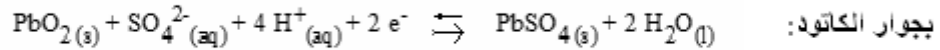
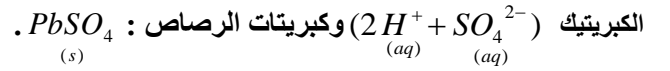
المرمك مجموعة كيميائية بإمكانه :

- بإمكانه منح الطاقة الكهربائية إلى دارة خارجية عندما يتطور بكيفية تلقائية ، نقول أن المرمك يُفرغ.

- وبإمكانه الاشتغال كمستقبل : عندما نركب بين مرطبه مولدا يفرض عليه تيارا منحاه معاكس لمنحى تيار التفريغ ، المجموعة في هذه الحالة تتطور في المنحى المعاكس لمنحى تطورها التلقائي. نقول أن المرمك يُشحن.

ب- مثال : المرمك الرصاصي (المستعمل في السيارات)

يتكون المرمك الرصاصي من إلكترودين من الرصاص ، أحدهما مطلي بثاني أكسيد الرصاص PbO_2 مغمورتين في محلول مكون من خليط من حمض



تساوي القوة الكهرومحرركة للمرمك 2V ، و عند تجميع 6 مركبات على التوالي في بطارية السيارة نحصل على حوالي 12V .

لا تنسوننا من صالح دعائكم .
الله ولي التوفيق.