

I- التحولات التلقائية :

(1) **تذكير:** التحول التلقائي هو التحول الذي يحدث دون أي تدخل خارجي

(2) **التحول التلقائي بين فلز النحاس وثنائي البروم:**

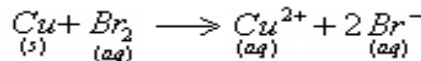
نضع في أنبوب اختبار أسلاكاً من النحاس Cu ونضيف إليها قليلاً من محلول ثنائي البروم $[Br_2] = 10^{-2} mol / L$. الخليط في البداية لونه أحمر- برتقالي (اللون المميز لثنائي البروم) يتحول تدريجياً إلى اللون الأزرق (نتيجة تكون أيونات النحاس II) كما نلاحظ اختفاء فلز النحاس

معادلة التفاعل الحاصل : $Cu + Br_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Br^-$ ثابتة التوازن $k = 1,25.10^{25}$

هذا التطور تلقائي وهو ما يتطابق مع معيار التطور التلقائي .

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

$\Leftarrow$ المجموعة تتطور في المنحى المباشر.



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

التفاعل الذي يمكن أن يحدث هو : $Cu^{2+} + 2Br^- \rightarrow Cu + Br_2$ وهو المعاكس للتحول السابق: ثابتة توازنه : $K' = \frac{1}{K} = 8,3.10^{-26} \approx 0$

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

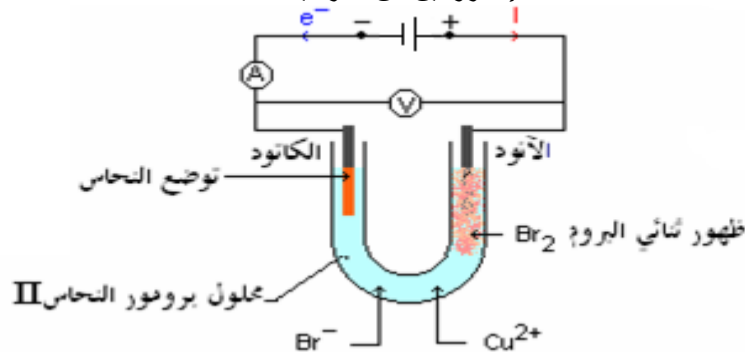
لإجبار هذه المجموعة على التطور في المنحى المباشر يجب أن نمنح الطاقة الكهربائية للمجموعة المكونة من الأيونات Cu^{2+} والأيونات Br^- إذن يجب إنجازاً لتحليل كهربائي لبرومور النحاس II وهو تحول قسري.

II- التحولات القسرية : (1) **تعريف :** التحول القسري هو التحول الذي يحدث في المنحى المعاكس للتحول التلقائي . (يعتبر التحليل الكهربائي مثالا 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 الكاثود وتكون ثنائي البروم بجوار الكاثود.

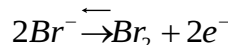
ملحوظة : خلافاً للعمود ، الأنود في التحليل الكهربائي هي الإلكترود المرتبطة بالقطب الموجب والكاثود هي المرتبطة بالقطب السالب.

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

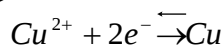
ب- تحليل : يمرر المولد تياراً كهربائياً من قطبه الموجب نحو قطبه السالب في الدارة الخارجية. وبذلك

تنتقل الإلكترونات في المنحى المعاكس .

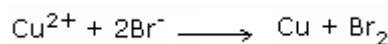
بجوار الأنود : تحدث الأكسدة الأنودية أي فقدان الإلكترونات . وهي تطرأ على المختزل أي Br^- . وذلك وفق نصف المعادلة التالية:



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



حصيلة التحليل الكهربائي :

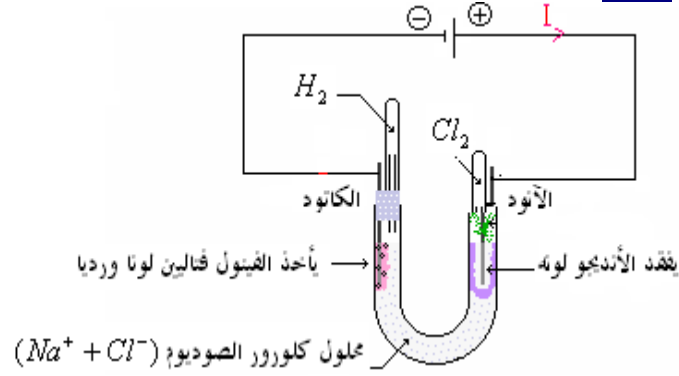


وهو عكس التفاعل الموافق للتطور التلقائي السابق .

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 :



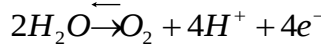
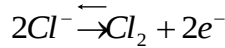
تبين التجربة انطلاق غاز ثنائي الكلور بجوار الأنود وانطلاق غاز ثنائي الهيدروجين بجوار الكاثود.

ب-استثمار:

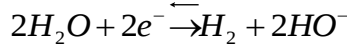
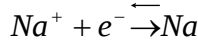
الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول هي : الماء ، أيونات الصوديوم وأيونات الكلورور والغرافيت (غير متفاعل). وهذه الأنواع تنتمي للمزدوجات التالية: H_2O / H_2 ، Na^+ / Na ، Cl_2 / Cl^- و O_2 / H_2O .

- بجوار الأنود: تحدث الأكسدة الأنودية وهي تطرأ على المختزلات .

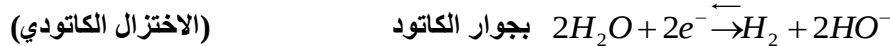
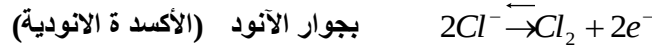
يوجد في وسط التفاعل مخزلين هما Cl^- و H_2O . إذن ، التفاعلات التي يمكن أن تحدث بجوار الأنود هي :



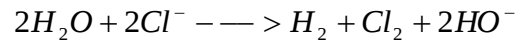
يوجد في وسط التفاعل مؤكسدين هما Na^+ و H_2O . إذن ، التفاعلات التي يمكن أن تحدث بجوار الكاثود هي :



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



حصيلة التحليل الكهربائي:



ج-استنتاج:

* يمكن انطلاقا من منحى 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 الإلكتروود.

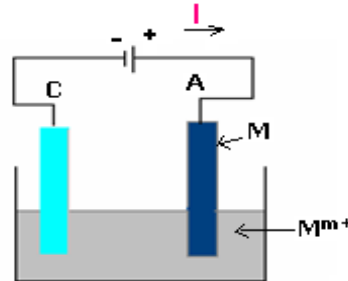
* يمكن تحليل النواتج المتكونة من التعرف على التفاعلات التي تحدث فعلا بجوار الإلكتروودين.

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

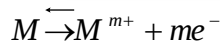
2- التحليل الكهربائي بالأنود القابلة للذوبان :

لأهمية التحليل بالأنود القابلة للذوبان

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



يتأكسد فلز الأنود وفق نصف المعادلة :



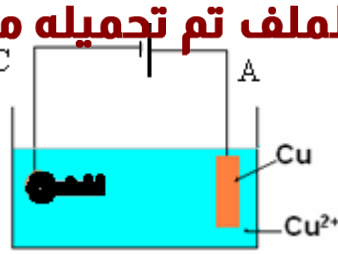
ونحصل على توضع الفلز M على الكاثود وفق نصف المعادلة :



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

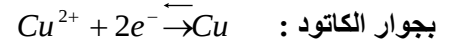
بمثال للتحليل الكهربائي بالأنود القابلة للذوبان:

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 تأكل الأنود وتوضع النحاس على الكاثود . 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- المرمم :

أ- تعريف :

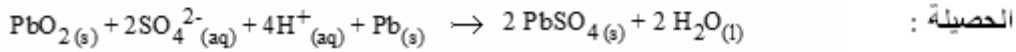
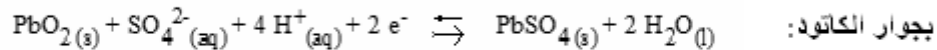
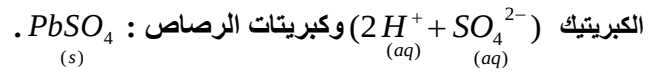
المرمم مجموعة كيميائية بإمكانه :

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

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

ب- مثال : المرمم الرصاصي (المستعمل في السيارات)

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



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

لا تنسونا من صالح دعائكم .

الله ولي التوفيق.