أمثلة لتحولات قسرية

I-التحول القسري :

1-التحول التلقائي بين فلز النحاس وثنائي البروم :

تجربة 1:

نغمر مسحوق النحاس $Cu_{(S)}$ في ماء البروم $Br_{2(aq)}$ (الشكل (1).

تتغير لون المحلول ثنائي البروم الى الأزرق الشكل (2).

معادلة التفاعل :

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

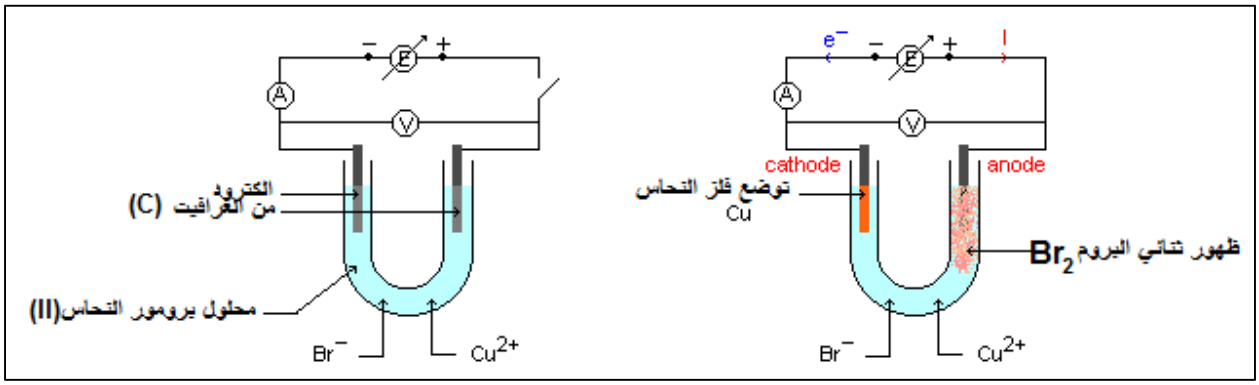
المجموعة الكيميائية تتطور تلقائيا في المنحى المباشر ، حيث تنتقل الالكترونات مباشرة من فلز النحاس نحو ثنائي البروم .

تجربة 2:

على العكس لا يحدث أي تفاعل بين أيونات النحاس الثاني Cu^{2+} وأيون البرومور Br^- ، أي أن المجموعة لا تتطور تلقائيا في المنحى المعاكس .

لكن بتطبيق توتر بين إلكتودين مغمورين في محلول برومور النحاس الثاني $(Cu^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)})$:

- يتكون توضع أحمر لفلز النحاس على الالكترود المرتبط بالقطب السالب.
- يظهر لون برتقالي للبروم بجوار الالكترود المرتبط بالقطب الموجب .



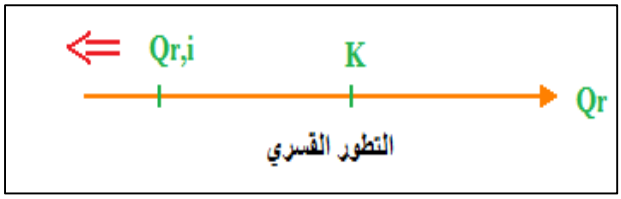
تتطو المجموعة الكيميائية قسريا في المنحى المعاكس للمنحى التلقائي .

بحيث أن الالكترونات تنتقل بطريقة غير مباشرة من أيونات البرومور الى أيونات النحاس II بسبب وجود مولد كهربائي.نقول إننا أنجزنا تحولا قسريا.

تعريف :

بمنح طاقة مجموعة كيميائية يمكن إجبارها على التطور قسريا في المنحى المعاكس لمنحى التطور التلقائي .

على عكس التطور التلقائي ، خلال تحول قسري يبتعد خارج التفاعل عن ثابتة التوازن K .

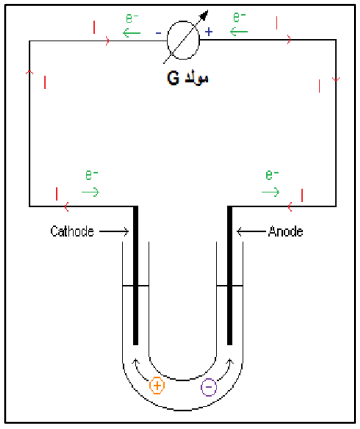


2- التحليل الكهربائي :

1.2-تعريف :

التحليل الكهربائي تحول قسري ناتج عن مرور تيار كهربائي يفرضه مولد في محلول .

يمنح المولد الطاقة الكهربائية اللازمة لإجبار المجموعة على التطور في المنحى المعاكس للمنحى التلقائي .



2.2-حركة حملة الشحن الكهربائية :

تتحرك الكاتيونات في منحى التيار الكهربائي .في حين تتحرك الانيونات في المنحى المعاكس لمنحى التيار الكهربائي.

2.3-التفاعلات التي تحدث بجوار الالكتردين :

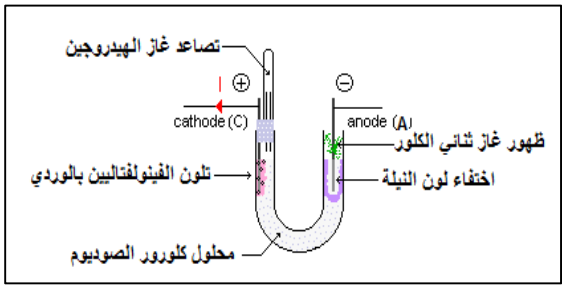
خلال التحليل الكهربائي :

- **تحدث أكسدة بجوار الأنود وهو الالكترود المرتبط بالقطب الموجب للمولد .**
- **يحدث إختزال بجوار الكاثود وهو الالكترود المرتبط بالقطب السالب للمولد .**

II-أمثلة وتطبيقات للتحليل الكهربائي :

1-التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم .

تجربة:



- بجوار الأنود يتصاعد غاز الكلور
(الذي يزيل لون النيلة).
- بجوار الكاثود يتصاعديتصاعدغاز الهيدروجين مع تكون أيون الهيدروكسيد
(التي تغير لون الفينولفتاليين الى الوردي).

تعليل :

<u>-جرد الأنواع الكيميائية :</u>

جزيئات الماء ، الايونات Na^+ ، الأيونات $C\ell^-$ وإلكترود الغرافيت الذي لا يتفاعل .

❖ الأنواع القابلة للأكسدة عند الأنود :

H_2O و $C\ell^-$ مختزلان ينتميان على التوالي للمزدوجتين التاليتين : O_2/H_2O و $C\ell_2/C\ell^-$.

❖ الأنواع القابلة للإختزال عند الكاثود :

H_2O و Na^+ مؤكسدان ينتميان على التوالي للمزدوجتين التاليتين : H_2O/H_2 و Na^+/Na .

-<u>المعادلات الكيميائية :</u>

- عند الأنود تتأكسد أيونات $C\ell^-$ الى $C\ell_2$ حسب نصف المعادلة التالية :
$$2C\ell^-_{(aq)} \rightleftarrows C\ell_{2(g)} + 2e^-$$

- عند الكاثود تختزل جزيئة الماء الى غاز ثنائي الهيدروجين حسب نصف المعادلة التالية :
$$H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)}$$

- المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي :
$$2C\ell^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C\ell_{2(g)} + H_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)}$$

<u>ملحوظة :</u>
ثنائي الكلور الناتج في وسط قاعدي (HO^-) يتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد للحصول على أيونات تحت كلوريت $C\ell O^-$ النوع النشيط في ماء جافيل .
$$C\ell_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)} \rightleftarrows C\ell O^-_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

كمية الكهرباء خلال التحليل الكهربائي :

خلال تحليل كهربائي مدته Δt ، كمية الكهرباء التي تجتاز مقطعا من الدارة هي :
$$Q = I.\Delta t \quad \text{و} \quad Q = n(e^-).\mathcal{F}$$
حيث I شدة التيار الذي يفرضه المولد و $n(e^-)$ كمية مادة الالكترونات المنتقلة و $\mathcal{F}$ ثابتة فارادي :
$$\mathcal{F} = 9{,}65.10^4 C.mol^{-1}$$

تطبيقات التحليل الكهربائي :

- ✓ تحضير وتنقية العديد من الفلزات .
- ✓ تحضير بعض المواد كماء جافيل و الغازات مثل : H_2 و $C\ell_2$ و O_2 .
- ✓ الطلاء الفلزي (بالفضة أو بالقصدير أو بالكروم ....)
- ✓ إعادة شحن بطاريات السيارات والأعمدة القابلة للشحن .

مثال المركم الرصاصي (المستعمل في السيارات):

في مركم الرصاص الأنود إلكترود من الرصاص (Pb) والكاثود إلكترود من الرصاص مغطاة بثنائي أوكسيد الرصاص (PbO_2) أما الإلكتروليت فهو محلول مركز لحمض الكبريتيك $(2H^+ + SO^{2-}_{4(aq)})$.
المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما : $PbO_{2\ (s)}/Pb^{2+}_{(aq)}$ و $Pb^{2+}_{(aq)}/Pb_{(S)}$

-أثناء اشتغاله كمولد (تفريغ) يحدث تحول تلقائي معادلته الحصيلة :

عند الأنود $\quad PbO_{2\ (s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4\ (aq)} + 2e^- \rightleftarrows 2PbSO_{4\ (s)} + 2H_2O_{(l)}$

عند الكاثود $\quad Pb_{(S)} + SO^{2-}_{4\ (aq)} \rightleftarrows PbSO_{4\ (s)} + 2e^-$

$$PbO_{2\ (s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4\ (aq)} + Pb_{\ (s)} \rightleftarrows 2PbSO_{4\ (s)} + 2H_2O_{(l)}$$

-أثناء اشتغاله كمحلل كهربائي (شحن) يحدث تحول قسري معادلته :

$$2PbSO_{4\,(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightleftarrows PbO_{2\,(s)} + 4H^{+}_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4\,(aq)} + Pb_{\,(s)}$$