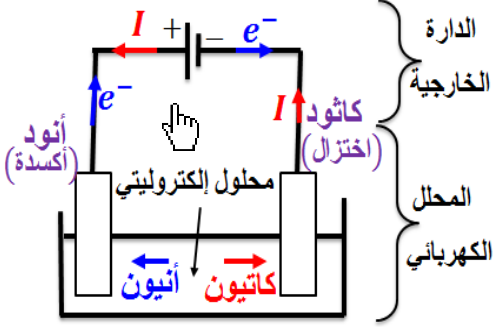


# أمثلة لتحولات قسرية

الجزء الثالث : منحي تطور  
مجموعة كيميائية  
الوحدة 8

ذ. هشام محجر

## Exemples de transformations forcées



\* التحليل الكهربائي تحول قسري ناتج عن مرور تيار كهربائي مفروض من طرف مولد لتوتر مستمر.  
تسمى المجموعة المكونة من الإلكترودين والمحلل الإلكتروليتي والإناء التي تحتوي على هذا المحلول المحلل الكهربائي أو خلية التحليل الكهربائي خلال التحليل الكهربائي:  
❖ يكون الإلكترود المرتبط بـ (+) للمولد (أنوداً) مقر تفاعل أكسدة  
❖ يكون الإلكترود المرتبط بـ (-) للمولد (كاثوداً) مقر تفاعل اختزال  
\* يبتعد خارج التفاعل عن ثابتة التوازن المجموعة.



\* أثناء اشتغال العمود:  $F = 9,65 \cdot 10^4 C/mol$  مع  $Q = n(e^-) \cdot F = I \cdot \Delta t$   
\* يتكون المركب من مجموعة كهركيميائية ويمكنه أن يتصرف ك:  
\* مولد يمنح الطاقة الكهربائية إلى دارة خارجية ، وذلك أثناء التطور التلقائي ، فنقول إن المركب يُفْرغ .  
\* مستقبل عندما نركب بين مرابطيه مولدا يفرض عليه تيارا منحاه معاكس لمنحي تيار التفريغ ، فنقول إن المركب يُشْحَن ، أي أن المجموعة تتطور في المنحي المعاكس لمنحي تطورها التلقائي .  
\* للتحليل الكهربائي عدة تطبيقات ، رغم الكلفة المرتفعة للطاقة الكهربائية التي يستهلكها ، منها:  
❖ تحضير وتنقية الفلزات : الألومنيوم ، الزنك ، النحاس...  
❖ تحضير ماء جافيل وأيونات البرمغنات والماء الأوكسجيني وثنائي الكلور...  
❖ إعادة شحن بطاريات السيارات والهواتف المحمولة...

التيتان والروتينيوم ، بينما الكاثود من النيكل (الإلكترودان لا يتفاعلان) . المعادلة الحصيلة لهذا التحليل الكهربائي هي:  
 $2H_2O(l) + 2Cl^-(aq) \rightarrow H_2(g) + 2HO^-(aq) + Cl_2(g)$   
1- ما التفاعلات الممكن حصولها على مستوى الأنود ، وعلى مستوى الكاثود ؟  
2- ما التفاعلين الحاصلين فعليا على مستوى كل إلكترود ؟  
3- يمر في المحلل الصناعي تيار كهربائي شدته  $I = 45 kA$  . حدد حجم ثنائي الكلور وكتلة هيدروكسيد الصوديوم الناتجين عن التحليل الكهربائي خلال يوم واحد .  
نعطي:  $M(Na) = 23 g \cdot mol^{-1}$  و  $M(H) = 1 g \cdot mol^{-1}$  و  $V_m = 29,3 L/mol$  و  $M(O) = 16 g \cdot mol^{-1}$  و  $1F = 9,65 \cdot 10^4 C \cdot mol^{-1}$  و  
المزدوجات:  $O_2(g)/H_2O(l)$  و  $Cl_2(aq)/Cl^-(aq)$  و  $H_2O(l)/H_2(g)$

**تمرين 1 :**  
ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لبرومور النحاس II  $(Cu^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)})$  وغاز ثنائي البروم .  
شدة التيار الكهربائي الذي يمنحه المولد :  $I = 0,12 A$   
1- اعط تبيانة التركيب التجريبي .  
2- اكتب المعادلة المنمذجة للتفاعل الذي يحدث عند كل إلكترود ، واستنتج معادلة الأكسدة - اختزال للتحليل الكهربائي .  
3- احسب كتلة النحاس المتكون .  
4- ما حجم ثنائي البروم المتصاعد ؟  
نعطي:  $1F = 9,65 \cdot 10^4 C \cdot mol^{-1}$  و  $V_m = 25 L/mol$  و  $M(Cu) = 63,5 g/mol$

**تمرين 2 :**  
يتم تحضير ثنائي الكلور صناعيا عن طريق التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم جد مركز يسمى (Saumure) ، الأنود من التيتان مكسوا بأوكسيد

# أمثلة لتحويلات قسرية

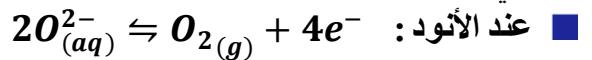
الجزء الثاني : منحى تطور  
مجموعة كيميائية  
الوحدة 8

Exemples de transformations forcées

ذ. هشام محجر

## تمرين 3 :

يحتوي البوكسيت (*Bauxite*) على النسبة الكتلية 55% من الألومين  $Al_2O_3$ . عند  $950^\circ C$  يتم التحليل الكهربائي للألومين المنصهر (الإلكتروليت من الكربون)، حيث معادلة التفاعل عند كل إلكترود هي:



- 1- اكتب معادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي.
- 2- ما حجم ثنائي الأوكسجين المصاحب لمول واحد من الألومينيوم الناتج؟
- 3- ما كتلة البوكسيت التي يجب استخراجها لإنتاج طن من الألومينيوم؟

نعطي:  $M(Al) = 27 g.mol^{-1}$  و  $M(H) = 1g.mol^{-1}$  و  $M(O) = 16g.mol^{-1}$  و  $V_m = 100 L.mol^{-1}$

## تمرين 4 :

يستعمل الحديد الأبيض لصناعة بعض علب التصبير. وهو عبارة عن فولاذ مغطى بالقصدير نتيجة عملية التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على أيونات القصدير  $Sn^{2+}_{(aq)}$ .

- معدل سمك معلبات (فرنسا) يقارب  $0,20 mm$  ، ونسبة تغطيتها تقريبا  $2,8 g.m^{-2}$ .
- نعتبر علب أسطوانية الشكل ارتفاعها  $h = 13 cm$  وقطرها  $d = 10 cm$ .

■ نريد تغطية شريط من حديد عرضه  $13 cm$  وطوله  $L$  ، لصناعة  $20$  علب ماثلة للعلبة المذكورة سابقا ، لكن بدون قعر وبدون غطاء (سدادة).

- يمثل الشريط الكاثود. وتتكون الأنود من القصدير وكتلتها  $m = 20 g$  ، حيث تغذي التحليل الكهربائي بأيونات القصدير  $Sn^{2+}_{(aq)}$ .

■ ينجز هذا التحليل الكهربائي بتيار كهربائي شدته  $I = 6,0 A$  وتوتر كهربائي  $U = 3,0 V$ .

- 1- اكتب نصف المعادلة للتفاعل الحاصل عند كل إلكترود (نفترض أن القصدير هو الذي يتدخل وحده).
- 2- ما قيمة مساحة شريط الحديد الواجب تغطيتها بالقصدير؟
- 3- ما كتلة القصدير التي تتوضع على هذا الشريط؟

## تمرين 5 :

- 4- ما المدة  $\Delta t$  التي تستغرقها هذه العملية؟
  - 5- كم علب يتم تغطيتها عندما يستهلك نصف كتلة الأنود؟
  - 6- ما الطاقة اللازمة لتغطية علب واحدة؟
- نعطي:  $M(Sn) = 118,7 g.mol^{-1}$  و  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$

ننجز في حوض ، التحليل الكهربائي لمحلول مائي لكبريتات المنغنيز ( $Mn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ ) بواسطة مولد توتر مستمر . نعطي المزوجات مؤكسد - مختزل للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول:  $O_2(g)/H_2O(l)$  و  $S_2O_8^{2-}_{(aq)}/SO_4^{2-}_{(aq)}$  و  $H^+_{(aq)}/H_2(g)$  و  $Mn^{2+}_{(aq)}/Mn(s)$ .

1- مثل تبيانة التركيب مبرزا :

⊕ الكاثود والأنود .

⊕ حملة الشحنة الكهربائية ومنحى حركتها. دون

اعتبار الأكسدة الممكنة لأيونات  $SO_4^{2-}_{(aq)}$ .

- 2- يتكون عند أحد الإلكترودين غاز تم تجميعه في أنبوب اختبار . عند إدخال قطعة فحم متوجهة إلى هذا الأنبوب تزداد توهجا بشكل شديد. ما الغاز المتكون إذن عند هذا الإلكترود ؟
- 3- عند أي إلكترود يتكون هذا الغاز ؟
- 4- ما التفاعل الذي يحدث على مستوى الإلكترود الآخر؟
- 5- اكتب المعادلة الحصيلة لتفاعل هذا التحليل الكهربائي . هل هذا التفاعل تلقائي؟