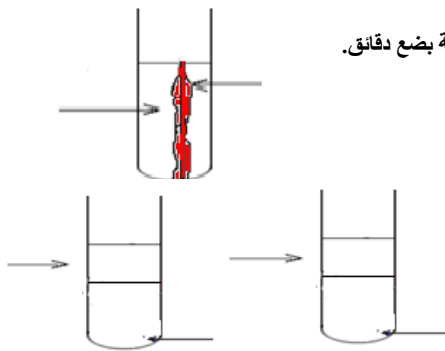


تحويلات قسرية

Transformations forcées

نشاط 1: تطور مجموعة مكونة من ثنائي البروم وفلز النحاس

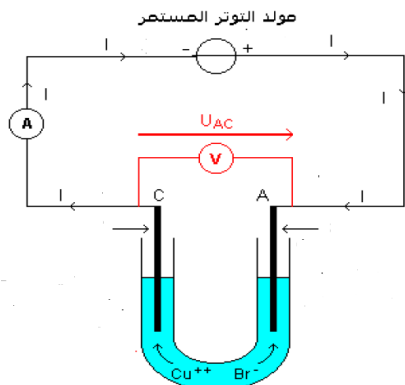


- نصب في أنبوب اختبار (أ) 4 ml من محلول ثنائي البروم ، ونضيف إليه قليلا من خراطة النحاس . نترك المجموعة بضع دقائق.
 - نصب في أنبوبي (ب و ج) 0,5ml من السيكلو هيكسان (مركب عضوي عديم اللون)
 - نضيف للأنبوب (ب) 1ml من محلول ثنائي البروم و للأنبوب (ج) 1ml من محلول الأنابيب (أ)
 - نحرك الأنبوبين (ب و ج) جيدا بعد إغلاقهما ثم نلاحظ ما يلي
 - بالنسبة للأنبوب (ب): يأخذ الطور العضوي (السيكلوهكسان) اللون البرتقالي ويأخذ للطور المائي اللون الأصفر
 - بالنسبة للأنبوب (ج): يأخذ الطور العضوي اللون البرتقالي الضعيف ويأخذ للطور المائي اللون الأزرق
1. أكتب معادلة التفاعل الحاصل في الأنبوب (أ)
 2. أحسب قيمة خارج التفاعل عند الحالة البدئية $Q_{r,i}$
 3. اعتمادا على معيار التطور التلقائي، حدد منحنى تطور المجموعة الكيميائية . هل النتيجة توافق الملاحظات التجريبية
 4. نطقي ثابتة التوازن التفاعل حيث Br_2 أحد المتفاعلات $K=1,2 \cdot 10^{25}$

نشاط 2: تطور مجموعة مكونة من أيونات برومور وأيونات النحاس الثاني

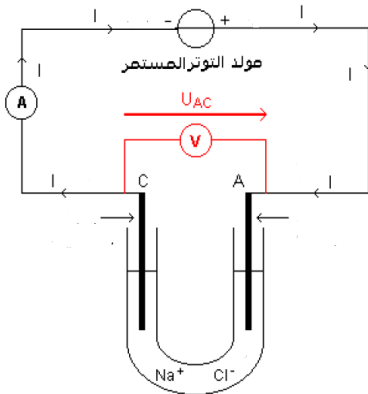
- نصب في الكأس 50ml من محلول كبريتات النحاس الثاني و 50 ml من محلول برومور الصوديوم
 - نحرك الخليط في الكأس لبضع دقائق
 - نضع حوالي 4ml من محلول في أنبوب اختبار ونضيف إليه قليلا من سيكلوهيكسان
 - نلاحظ أن المجموعة لم تتطور عيانا حيث يبقى السيكلو هيكسان عديم اللون ويبقى اللون الأزرق المميز لأيونات النحاس الثاني
1. هل حدث تفاعل بين أيونات البرومور وأيونات النحاس الثاني علل جوابك
 2. أكتب معادلة التفاعل المتوقع حدوثه بين أيونات النحاس الثاني وأيونات البرومور
 3. أحسب كل من قيمة خارج التفاعل عند الحالة البدئية وقيمة ثابتة التوازن لهذا التفاعل ، ماذا تستنتج؟

نشاط 3: التحليل الكهربائي:



- نملا أنبوبا على شكل U بمحلول برومور النحاس الثاني
 - نجز التركيب المبين جانيه
 - نغلق الدارة الكهربائية ونزيد من قيمة التوتر بين الألكترودين الى أن يظهر التيار الكهربائي في الدارة حيث نثبت قيمة التوتر عند 6V
 - نترك المجموعة لبضع دقائق ثم نلاحظ مايلي:
 - توضع طبقة حمراء على الألكترود المرتبط بالقطب السالي للعمود
 - ظهور اللون الأصفر المميز لثنائي البروم بجوار الألكترود المرتبط بالقطب الموجب للعمود
1. حدد منحنى التيار الكهربائي ثم استنتج منحنى انتقال حمالات الشحنتات الكهربائية
 2. فسر ماذا تلاحظ عند كل الكترود واكتب نصف معادلة التفاعل عند كل الكترود
 3. استنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل الذي يحدث أثناء مرور التيار الكهربائي
 4. قارن تطور المجموعة خلال هذه التجربة مع تطورها خلال التجربة الثانية
 5. فسر لماذا يوصف هذا التحول بالقسري ن تعرف هذه الظاهرة بالتحليل الكهربائي ، اقترح تعريفا لها

نشاط التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم



- نملا الأنبوب على شكل U بمحلول كلورور الصوديوم ، نغمر في كل طرف للأنبوب الكترودا من الغرافيت ونصل الألكترودين بقطبي مولد للتوتر 3,5 V
 - نضيف بجوار الكاتود قطرات من الفولون فتالين ، ونصب بجوار الأنود قليلا من ماء النيلة
 - نغلق قاطع التيار مع ضبط قيمة التوتر عند 3,5V ثم نلاحظ ما يلي :
 - بجوار الأنود نلاحظ اختفاء لون النيلة وكذلك ظهور فقاعات (تصاعد غاز)
 - بجوار الكاتود نلاحظ أن اللون الفينول فتالين يأخذ اللون الوردي (وسط قاعدي) وكذلك تصاعد فقاعات (انطلاق غاز)
- من خلال جرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول واعتمادا على المزدوجات مختزل/مؤكسد التالية :
- $$H_2O(l)/H_2(g) , Na^+(aq)/Na(s) , Cl_2(g)/Cl^-(aq) , O_2(g)/H_2O(l)$$
1. ماهي التفاعلات الممكنة حدوثها عند الأنود؟
 2. ماهي التفاعلات الممكنة حدوثها عند الكاتود؟
 3. بناء على الملاحظات التجريبية ، اكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل الحاصل أثناء التحليل الكهربائي المدروس

تمرين تطبيقي:

- يمكن التحليل الكهربائي من تحضير فلز الزنك صناعيا . يتم ذلك عند $40^\circ C$ باستعمال محلول كبريتات الزنك $(Zn^{2+} + SO_4^{2-})$ وحمض الكبريتيك $(2H^+ + SO_4^{2-})$ تضم خلية التحليل الكهربائي أنودا من الرصاص وكاتودا من الألومنيوم . شدة التيار المفروض خلال عملية التحليل الكهربائي $I = 10 \text{ KA}$.
- نلاحظ تكون غاز عند الأنود وتوضع فلز الزنك عند الكاتود
1. ما هي التفاعلات الممكنة حدوثها عند اللنود؟
 2. حدد التفاعل الذي يحدث فعلا
 3. أكتب المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي الحاصل
 4. ما كتلة الزنك المحصل عليها عند الكاتود بعد مرور 48 ساعة عن انطلاق التحليل ؟
 5. أحسب حجم الغاز المنطلق عند الأنود خلال هذه المدة

المعطيات :

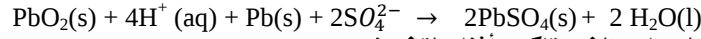
الحجم المولي: $V_m = 25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $M(Zn) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ،
مزدوجات مختزل / مؤكسد : $Zn^{2+}(aq)/Zn$ ، $SO_4^{2-}/S_2O_8^{2-}$ ، $Pb^{2+}(aq)/Pb(s)$ ، $O_2(g)/H_2O(l)$ ، $H^+(aq)/H_2(g)$

IV. بعض تطبيقات التحليل الكهربائي،

1. المركبات،

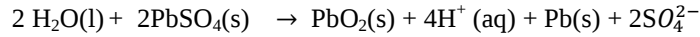
يمكن التحليل الكهربائي من إعادة تكوين المتفاعلات المستهلكة في عمود قابل للشحن . ويسمى العمود في هذه الحالة مركم . و المركبات الأكثر انتشارا هي المركبات ذات الرصاص . المستعملة في السيارات والمركبات القلائبية المستعملة في الاجهزة الإلكترونية .
خلال اشغال مركم مولد ، يحدث بداخله تفاعل أكسدة - اختزال تلقائي . وأثناء شحنه يحدث تحول قسري . يشغل المركم خلاله كمحلل كهربائي
< مثال ،

يحتوي المركم ذو الرصاص على الكتروليت من الرصاص الخالص Pb(s) . والكتروليت من الرصاص مغطى بثنائي أكسيد الرصاص IV PbO₂(s) مغمورين في محلول مائي لحمض الكبريتيك المركز
أثناء اشغال المركم كمولد يحدث تحول تلقائي وفق المعادلة ،



□ الانود في هذه الحالة هو الكتروليت الرصاص الذي يتأكسد أثناء التفريغ

لشحن المركم . يجب ربط الكتروليت الرصاص مع القطب السالب لمولد . والكتروليت الاخر مع القطب الموجب للمولد . ويتصرف المركم أثناء الشحن كمحلل كهربائي . ويحدث خلالها تحول قسري وفق المعادلة التالية ،



□

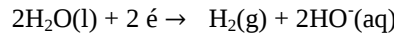
2. الطلاء الفلزي،

يتعمل كذلك التحليل الكهربائي لطلاء فلزات بطبقة لفز آخر لحمايتها من التآكل ، او لجعلها أكثر صلابة أو لتحسين شكلها . ويستعمل الفلز المراد طلاؤه ككاتود والفلز المراد توضع كأنود . وايوناته متواجدة في المحلول الإلكتروليتي

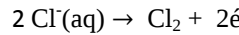
3. التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم

□ للتحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم أهمية كبيرة في الصناعة

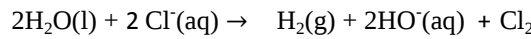
□ خلال التحليل الكهربائي للمحلول يحدث تفاعلات ،



أكسدة عند الأنود ،



اختزال عند الأنود



المعادلة الحصيلة للتفاعل هي

ينجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم صناعيا . ويمكن من الحصول على 95% من الانتاج العالمي لغاز ثنائي الكلور . وهو مؤكسد قوي ، و 3% من غاز ثنائي الهيدروجين .

يتفاعل غاز الكلور الناتج في وسط قاعدي مع أيونات الهيدروكسيد HO⁻ ليعطي ClO⁻ . النوع المميز للفعال ماء جافيل وفق المعادلة التالية ،

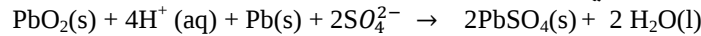


V. بعض تطبيقات التحليل الكهربائي،

4. المركبات،

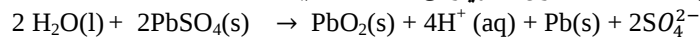
يمكن التحليل الكهربائي من إعادة تكوين المتفاعلات المستهلكة في عمود قابل للشحن . ويسمى العمود في هذه الحالة مركم . و المركبات الأكثر انتشارا هي المركبات ذات الرصاص . المستعملة في السيارات والمركبات القلائبية المستعملة في الاجهزة الإلكترونية .
خلال اشغال مركم مولد ، يحدث بداخله تفاعل أكسدة - اختزال تلقائي . وأثناء شحنه يحدث تحول قسري . يشغل المركم خلاله كمحلل كهربائي
< مثال ،

يحتوي المركم ذو الرصاص على الكتروليت من الرصاص الخالص Pb(s) . والكتروليت من الرصاص مغطى بثنائي أكسيد الرصاص IV PbO₂(s) مغمورين في محلول مائي لحمض الكبريتيك المركز
أثناء اشغال المركم كمولد يحدث تحول تلقائي وفق المعادلة ،



□ الانود في هذه الحالة هو الكتروليت الرصاص الذي يتأكسد أثناء التفريغ

لشحن المركم . يجب ربط الكتروليت الرصاص مع القطب السالب لمولد . والكتروليت الاخر مع القطب الموجب للمولد . ويتصرف المركم أثناء الشحن كمحلل كهربائي . ويحدث خلالها تحول قسري وفق المعادلة التالية ،



□

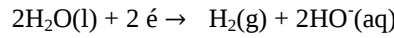
5. الطلاء الفلزي،

يتعمل كذلك التحليل الكهربائي لطلاء فلزات بطبقة لفز آخر لحمايتها من التآكل ، او لجعلها أكثر صلابة أو لتحسين شكلها . ويستعمل الفلز المراد طلاؤه ككاتود والفلز المراد توضع كأنود . وايوناته متواجدة في المحلول الإلكتروليتي

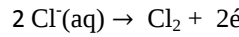
6. التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم

□ للتحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم أهمية كبيرة في الصناعة

□ خلال التحليل الكهربائي للمحلول يحدث تفاعلات ،



أكسدة عند الأنود ،



اختزال عند الأنود



المعادلة الحصيلة للتفاعل هي

ينجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم صناعيا . ويمكن من الحصول على 95% من الانتاج العالمي لغاز ثنائي الكلور . وهو مؤكسد قوي ، و 3% من غاز ثنائي الهيدروجين .

يتفاعل غاز الكلور الناتج في وسط قاعدي مع أيونات الهيدروكسيد HO⁻ ليعطي ClO⁻ . النوع المميز للفعال ماء جافيل وفق المعادلة التالية ،

