

منحك تطور مجموعة كيميائية

الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

الوحدة 6: التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

حساب قيمة خارج التفاعل Q_r لمجموعة كيميائية في حالة معينة.
تحديد منحى تطور مجموعة كيميائية.



الوحدة 7: التحولات التلقائية في الأعمدة وخصيل الطاقة:

تمثيل عمود (التبيانة الاصطلاحية - التبيانة؛ تبيانة التركيب التجريبي).
تحديد منحى انتقال حملات الشحنة الكهربائية أثناء اشتغال عمود باعتماد معيار التقدم التلقائي.
تفسير اشتغال عمود بالتوفر على المعلومات التالية: منحى مرور التيار الكهربائي، والقوة الكهرمحركة $f.e.m$ ، والتفاعلات عند الإلكترودين، وقطبية الإلكترودين، وحركة حملات الشحنة الكهربائية.
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود.
إيجاد العلاقة بين كمية المادة للأأنواع الكيميائية المتكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومدة اشتغال العمود.



الوحدة 8: أمثلة لتحولات قسرية:

معرفة أن التحليل الكهربائي تحول قسري.
تعرف، انطلاقاً من معرفة منحى التيار المفروض، الإلكتروود الذي تحدث عنده الأكسدة (الأنود)، و الإلكتروود الذي يحدث عنده الاختزال (الكاثود).
تمثيل تبيانة تركيب تجريبي للتحليل الكهربائي.
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.
إيجاد العلاقة بين كمية المادة للأأنواع الكيميائية المتكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومدة التحليل الكهربائي.



المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجريبي	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	المستويات المهارية المجالات المضامينية	نسبة الأهمية
7 %	2,45 %	5 %	3,5 %	منحك تطور مجموعة كيميائية	

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية.

التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة.

أمثلة لتحولات قسرية.

التمرين 1° : 20 min | type BAC

ننجز العمود نحاس / ألومينيوم باستعمال صفيحة من الألومينيوم $Al_{(s)}$ مغمورة في محلول مائي لكورور الألومينيوم $Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$ و صفيحة من النحاس $Cu_{(s)}$ مغمورة في محلول مائي لكبريتات النحاس II $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه المولي $C=0,1 mol.L^{-1}$.
نصل المحلولين بقنطرة أيونية من نترات البوتاسيوم.

معطيات:

- المحلولين نفس الحجم:
 - ثابتة فرادي: $F=96500 C.mol^{-1}$;
 - الكتلة المولية للألومينيوم: $M(Al)=27 g.mol^{-1}$;
 - ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي: $K=10^{200}$
- $$3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \xrightleftharpoons{1} 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$$

- باعتماذك على معيار التطور التلقائي، حدد منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية عند اشتغال العمود.
- حدد، معلا جوابك، قطبية كل إلكترود.
- نركب بين مبرطي هذا العمود موصلا أوميا فيمرفي الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=40 mA$ لمدة زمنية $\Delta t=1 h 30 min$.
أ- احسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال المدة Δt .
ب- بين أن تعبير كتلة الألومينيوم المتفاعل خلال المدة Δt هو:
$$m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Al)}{3 \cdot F}$$
 احسب m .

التمرين 2° : 20 min | type BAC

ننجز العمود نيكل/زنك المكون من المزدوجتين $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$ و $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$ وذلك بغمر إلكترود النيكل في الحجم $V=150 mL$ من محلول كبريتات النيكل $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}$ تركيزه البدئي $[Ni^{2+}]_i=10^{-2} mol.L^{-1}$ و إلكترود الزنك في الحجم $V=150 mL$ من محلول كبريتات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}$ تركيزه البدئي $[Zn^{2+}]_i=10^{-2} mol.L^{-1}$ و SO_4^{2-} .
نصل محلولي مقصورتا العمود بقنطرة أيونية.

معطيات:

- ثابتة فرادي: $F=96500 C.mol^{-1}$;
 - ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي: $K=10^{-18}$
- $$Ni_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} \xrightleftharpoons{1} Ni^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)}$$

- حدد، بحساب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية ، منحى التطور التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.
- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس .
- يمر في الدارة تيار كهربائي شدته $I=0,1 A$ خلال اشتغال العمود. أوجد تعبير Δt_{max} المدة الزمنية القصوية لاشتغال العمود بدلالة $[Zn^{2+}]_i$ و V و F و I . احسب Δt_{max} .

التمرين 3° : 20 min | type BAC

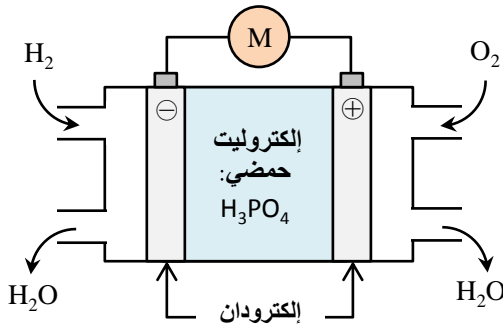
ننجز، عند درجة الحرارة $25^{\circ}C$ ، العمود نيكل-كادميوم المكون من مقصورتين تربط بينهما قنطرة ملحية، حيث تتكون المقصورة الأولى من صفيحة النيكل مغمورة في محلول مائي لكبريتات النيكل $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ والمقصورة الثانية من صفيحة الكاديوم مغمورة في محلول مائي لكبريتات الكاديوم $Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$.

معطيات:

- معادلة التفاعل المتوقع حدوثه اثناء اشتغال العمود هي:
 $K=4,5 \cdot 10^5$; $Ni^{2+}_{(aq)} + Cd_{(s)} \xrightleftharpoons{1} Cd^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$
 - ثابتة فرادي: $F=9,65 \cdot 10^4 C.mol^{-1}$.
 - المحلولان لهما نفس الحجم: $V=0,2 L$.
 - نفس التركيز البدئي: $[Ca^{2+}]_0=[Ni^{2+}]_0=0,1 mol.L^{-1}$.
 - الكتلة المولية للكاديوم: $M_{Cd}=112,4 g.mol^{-1}$.
- نربط قطبي العمود بموصل أومي وجهاز أمبيرمتر فيشير هذا الأخير إلى القيمة $I=0,2 A$.

- حدد، معلا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية اثناء اشتغال العمود.
- ما هو الإلكترود الذي يمثل القطب الموجب للعمود ؟ علل جوابك.
- ارسم تبيانة التركيب التجريبي للعمود المنجز مبينا عليها منحى حملة الشحنات الكهربائية في الأسلاك و القنطرة الملحية.
- ما هو دور القنطرة الملحية ؟
- نترك العمود يشتغل مدة $\Delta t=60 min$ فتتغير كتلة إلكترود الكاديوم بالمقدار Δm .
أ- احسب كمية الكهرباء Q التي يمنحها العمود للدارة خلال مدة اشتغاله.
ب- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الذي يحدث عند إلكترود الكاديوم.
ج- أوجد تعبير Δm بدلالة I و Δt و M_{Cd} و F . احسب Δm .

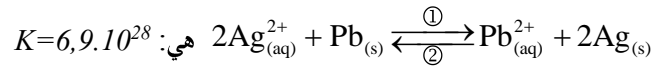
- ثابتة فرادي: $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- تعتبر الغازات كاملة حيث: $P.V = n.R.T$
- الحجم المولي: $V_M = 24 \text{ L.mol}^{-1}$



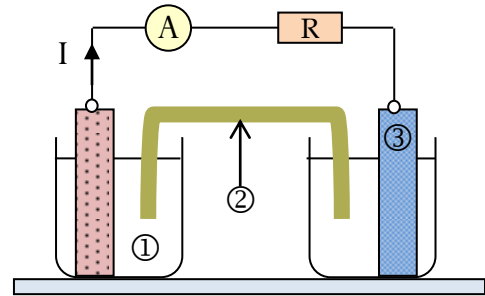
تعتبر العمود رصاص-فضة ذي التبيانة الاصطلاحية $\ominus \text{Pb}_{(s)} / \text{Pb}^{2+}_{(aq)} // \text{Ag}^{+}_{(aq)} / \text{Ag}_{(s)} \oplus$ ويتطلب إنجازها الأدوات والمواد التالية:

- كأس تحتوي على الحجم V_1 من محلول مائي لنترات الرصاص $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
- كأس تحتوي على الحجم $V_2 = V_1$ من محلول مائي لنترات الفضة $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
- صفحة من فلز الفضة - صفحة من فلز الرصاص - قنطرة ملحية - أسلاك الربط.

عند 25°C ، ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة الكيميائية



ثابتة فرادي: $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ هي: $K = 6,9 \cdot 10^{28}$



- أحسب خارج التفاعل $Q_{T,i}$ في الحالة البدئية واستنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
- نركب بين إلكترودي العمود موصلاً أومياً وأمبيرمتراً ونترك المجموعة تشتغل ، يمثل الشكل أعلاه تبيانة العمود.
- أعط أسماء مكونات العمود الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة.
- يزود العمود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 65 \text{ mA}$ وبعد مدة زمنية Δt من الاشتغال تكون قيمة تقدم التفاعل الحاصل هي $x = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. أحسب قيمة Δt .
- استنتج كمية الكهرباء Q الممررة خلال المدة Δt .

يعتبر العمود ذي محروق (*pile à combustible*) من بين البدائل الطاقية المستقبلية لكونه يمكن من الحصول على طاقة كهربائية «نظيفة» انطلاقاً من ثنائي الهيدروجين $\text{H}_2(\text{g})$ وثنائي الأوكسجين $\text{O}_2(\text{g})$ المتواجدان بوفرة في الهواء. فقد عرفت السنوات الأخيرة تقدماً كبيراً في تطوير هذا النوع من الأعمدة الكهربائية نظراً لكثرة استعمالها.

معطيات:

- المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما: $\text{H}^{+}_{(aq)} / \text{H}_2(\text{g})$ و $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

العمود الكهربائي هو جهاز كهروكيميائي يحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفاعلات أكسدة-اختزال إلى طاقة كهربائية يمنحها للوسط الخارجي ، ويستعمل لتشغيل عدة أجهزة كهربائية وإلكترونية تعمل بالتيار المستمر.

ننجز العمود نحاس-زنك باستعمال المعدات والمحاليل التالية:

- كأس زجاجية تحتوي على الحجم $V_1 = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي كبريتات الزنك $(\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.
- كأس زجاجية تحتوي على الحجم $V_2 = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات النحاس $(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.
- صفحة من النحاس $\text{Cu}_{(s)}$ وأخرى من الزنك $\text{Zn}_{(s)}$ - أسلاك.
- نربط نصفي العمود بقنطرة أيونية لنترات البوتاسيوم $\text{K}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$.

معطيات:

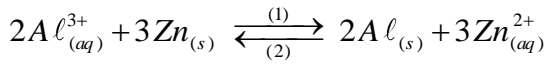
- ثابتة فرادي: $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للنحاس: $M(\text{Cu}) = 63 \text{ g.mol}^{-1}$

دراسة مبسطة للعمود الألومينيوم - زنك

تعتبر الأعمدة الكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات الأكسدة- اختزال. أثناء اشتغالها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن هذه التفاعلات إلى طاقة كهربائية. ننجز العمود الألومينيوم-زنك بغمر صفيحة من الألومينيوم في كأس تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكلورور الألومينيوم $Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_1 = [Al^{3+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و صفيحة من الزنك في كأس آخر تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_2 = [Zn^{2+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقنطرة ملحية $(K^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$. نركب بين قطبي العمود موصلا أوميا (D) و أمبيرمترا و قاطعا للتيار K .

معطيات:

- ← الكتلة المولية للألومينيوم $M(Al) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$
- ← ثابتة فراادي $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- ← عند 25°C . ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:

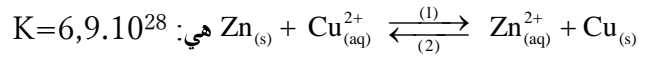


هي $K = 10^{-90}$.

نغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t = 0$. فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته I نعتبرها ثابتة: $I = 10 \text{ mA}$.

- 1 احسب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية، ثم استنتج معنى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
 - 2 حدد، معللا جوابك، الإلكتروليت الذي يمثل القطب السالب للعمود.
 - 3 ارسم تبيانة العمود محددًا ما يلي: مختلف أجزاء العمود - معنى حملة الشحنات الكهربائية في القنطرة الملحية و الأسلاك.
 - 4 ما دور القنطرة الملحية أثناء اشتغال العمود ؟
 - 5 نغلق قاطع التيار و نترك العمود يشتغل حتى يستهلك كليا.
- (أ) أوجد تعبير عمر العمود Δt_{max} بدلالة I و F و V و C_2 . احسب Δt_{max} .
- (ب) استنتج كمية الكهرباء القصوى Q_{max} .
- (ج) أوجد Δm تغير كتلة الألومينيوم خلال المدة Δt_{max} .
- (د) احسب $[Al^{3+}_{(aq)}]_f$ التركيز النهائي لأيونات الألومينيوم.

عند 25°C ، ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة الكيميائية

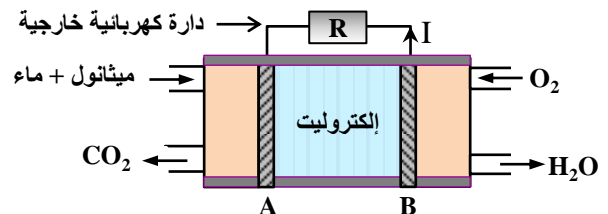


- 1 حدد، معللا جوابك، معنى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
 - 2 استنتج معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار إلكتروليت النحاس. ما نوع هذا التفاعل (أكسدة أم اختزال) ؟
 - 3 ارسم تبيانة العمود مبينا عليها: قطبية العمود - معنى التيار الكهربائي - معنى انتقال حملات الشحنة الكهربائية داخل و خارج العمود - أسماء مختلف أجزاء العمود.
 - 4 ما هو دور القنطرة الأيونية أثناء اشتغال العمود ؟
 - 5 خلال اشتغال، العمود يمر في الدارة الخارجية تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 70 \text{ mA}$.
- أ- أوجد تعبير Δt_{max} المدة القصوى لاشتغال العمود بدلالة F و V_2 و C_2 و I . احسب Δt_{max} .
- ب- استنتج كمية الكهرباء القصوى Q_{max} الممنوحة من طرف العمود خلال اشتغاله.
- ج- احسب قيمة Δm_{Cu} تغير كتلة النحاس خلال المدة Δt_{max} .

يتكون العمود ذي محروق من مقصورتين يفصل بينهما إلكتروليت حمضي يلعب دور القنطرة الأيونية و إلكتروليت A و B. عند اشتغال العمود يتم تزويده بالميثانول السائل CH_3OH و غاز ثنائي الأوكسجين $O_2(g)$.

معطيات:

- ← ثابتة فراادي: $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
 - ← الكتلة المولية للميثانول: $M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$
 - ← الكتلة الحجمية للميثانول: $\rho = 0,79 \text{ g.cm}^{-3}$
 - ← المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما: $O_2(g) / H_2O(l)$ و $CO_2(g) / CH_3OH(l)$.
- 1 خلال اشتغال العمود، يحدث عند أحد الإلكتروليتين تحول نمذجه بالمعادلة الكيميائية: $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + a.H^+ + b.e^-$. حدد العددين a و b.
 - 2 عين معللا جوابك. الإلكتروليت الذي يحدث عنده هذا التفاعل.
 - 3 أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الحاصل عند الإلكتروليت الآخر، واعط اسمي الإلكتروليتين A و B.
 - 4 يزود العمود الدارة الخارجية بتيار كهربائي شدته $I = 45 \text{ mA}$ خلال مدة $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$. أوجد الحجم V للميثانول المستهلك خلال المدة Δt .



تغطية قطعة من الفولاذ بطبقة من القصدير بواسطة التحليل الكهربائي

نغمر القطعة الفولاذية كلياً في محلول كبريتات القصدير $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$ ثم ننجز التحليل الكهربائي لهذا المحلول بين إلكترود مكون من الصفيحة الفولاذية وإلكترود من الغرافيت.

● **المعطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في هذا التحليل هما: $\text{O}_2(g) / \text{H}_2\text{O}(l)$ و $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} / \text{Sn}(s)$
- الكتلة المولية للقصدير: $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$
- الفارادي: $1\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

- 1 هل التحليل الكهربائي تحول تلقائي أم تحول قسري؟
 - 2 هل يجب أن تكون الصفيحة الفولاذية هي الأنود أم الكاثود؟
 - 3 يلاحظ انتشار غاز ثنائي الأوكسجين بجوار إلكترود الغرافيت. اكتب معادلة تفاعل التحليل الكهربائي.
 - 4 يستغرق التحليل الكهربائي مدة $\Delta t = 10 \text{ min}$ بتيار كهربائي شدته $I = 5 \text{ A}$ ثابتة.
- أ- أحسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال هذه المدة.
- ب- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل عند القطعة الفولاذية.
- ج- حدد كتلة القصدير التي توضع على القطعة الفولاذية.

يعتبر التحليل الكهربائي من التقنيات الأساسية المعتمدة في العمل المخبري والصناعي، حيث يمكن من تحضير بعض الفلزات ومركبات كيميائية أخرى تستعمل في الحياة اليومية.

لنحضر ثنائي البروم Br_2 و فلز النحاس $\text{Cu}(s)$ ننجز التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II $(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Br}_{(aq)})$ باستعمال إلكترودين E_1 و E_2 من الغرافيت. فيتكون ثنائي البروم $\text{Br}_2(l)$ على مستوى E_1 ويتوضع فلز النحاس على مستوى E_2 .

● **المعطيات:**

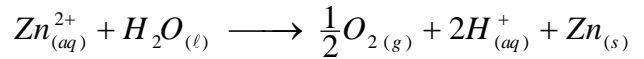
- الكتلة المولية للنحاس: $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$
 - الفارادي: $1\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- 1 حدد المزدوجتين مختزل/مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي.
 - 2 مثل تبيانة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي محدد الكاثود والأنود.
 - 3 اكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.
 - 4 استنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة الممنزجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.
 - 5 يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 0,5 \text{ A}$ خلال المدة $\Delta t = 2 \text{ h}$. حدد الكتلة m للنحاس الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي.

يتم تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربائي للمحاليل المائية التي تحتوي على كاتيونات هذه الفلزات. إن أكثر من 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض بحمض الكبريتيك.

● **المعطيات:**

- ثابتة فراداي: $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للزنك: $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

تتكون خلية المحلل الكهربائي من إلكترودين ومحلول كبريتات الزنك المحمض. يطبق مولد كهربائي، بين الإلكترودين توتراً مستمراً يمكن من الحصول على تيار شدته $I = 8,0 \cdot 10^4 \text{ A}$. معادلة تفاعل التحليل الكهربائي هي:



- 1 اكتب نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون الزنك و نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون ثنائي الأوكسجين.
- 2 عين، معللاً جوابك، قطب المولد المرتبط بالإلكترود الذي ينتشر بجواره غاز ثاني الأوكسجين.
- 3 عند اللحظة $t_0 = 0$ ينطلق التحليل الكهربائي فيستغرق مدة $\Delta t = t - t_0$. نسي x تقدم التفاعل عند اللحظة t . بين أن: $I = \frac{2 \cdot \mathcal{F} \cdot x}{\Delta t}$
- 4 احسب كتلة الزنك المتكون خلال المتكون خلال $\Delta t = 12,0 \text{ h}$

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^-_{(aq)}$. نضع هذا المحلول في محلل كهربائي ونمرر تياراً كهربائياً مستمراً شدته $I = 0,7 \text{ A}$ بين الإلكترودين (A) و (B) للمحلل خلال مدة زمنية $\Delta t = 60 \text{ min}$. نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) وتكون غاز ثنائي الأوكسجين بجوار الإلكترود (B).

● **المعطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ و Pb^{2+}/Pb
- ثابتة فراداي: $1\mathcal{F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

أجب عن الأسئلة التالية و انقل الجواب الصحيح :

1 التحليل الكهربائي المدروس هو تحول:

فيزيائي	قسري	تلقائي	حمض-قاعدة
---------	------	--------	-----------

- 2 حدد، من بين الإلكترودين (A) و (B)، الكاثود والأنود. علل.
- 3 اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B).
- 4 الحجم $V(\text{O}_2)$ لغاز ثنائي الأوكسجين الناتج خلال المدة Δt هو:

$V \approx 0,64 \text{ L}$	$V \approx 0,64 \text{ mL}$	$V \approx 0,16 \text{ L}$	$V \approx 0,16 \text{ mL}$
----------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------

ننجز التحليل الكهربائي لكورور المغنيزيوم $Mg^{2+} + 2Cl^-$ عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=6A$ خلال المدة $\Delta t=10h$. أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتصاعد غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

المعطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: Mg^{2+}/Mg و Cl_2/Cl^- ؛
- ثابتة فرادي: $F=96500 C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة: $V_m=68,6 L.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للمغنيزيوم: $M=24,3 g.mol^{-1}$.

- 1 أعط اسم الإلكترود (أنود أم كاثود) الذي يتوضع عليه فلز المغنيزيوم.
- 2 اكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود واستنتج المعادلة الحصيلة.
- 3 حدد الكتلة m للمغنيزيوم المتوضع خلال المدة Δt .
- 4 احسب الحجم V لغاز ثنائي الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة Δt .

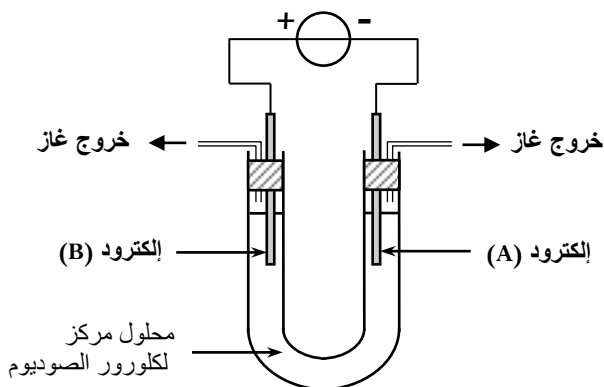
يُمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية. ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مركز لكورور الصوديوم $Na^+(aq)+Cl^-(aq)$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين ؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.

المعطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: H_2O/H_2 و Cl_2/Cl^- ؛
- ثابتة فرادي: $1F=9,65.10^4 C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_m=25,0 L.mol^{-1}$ ؛

يمثل الشكل أسفه تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

- 1 حدد، معلقا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود.
- 2 اكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.
- 3 يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I=3 A$ خلال مدة $\Delta t=25 min$. احسب $V(Cl_2)$ حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة Δt .



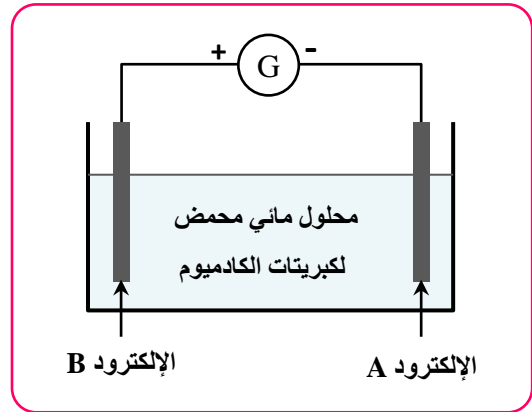
الانتاج الصناعي لفلز الكادميوم $Cd_{(s)}$

يحضر فلز الكادميوم صناعيا بواسطة التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الكادميوم $(Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$ و حمض الكبريتيك المركز.

ينجز التحليل الكهربائي تحت توتر $3,1V$ و بواسطة مولد G يعطي تيارا كهربائيا شدته ثابتة $I = 25,0 kA$.

معطيات :

- الكتلة المولية للكادميوم: $M(Cd) = 112,4 g.mol^{-1}$
- ثابتة فرادي: $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$
- الحجم المولي: $V_m = 25,2 L.mol^{-1}$
- المزدوجتان المتدخلتان في هذا التفاعل هما: $O_2(g) / H_2O(l)$ و $Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)}$



- 1 أعط تعريف التحليل الكهربائي
- 2 حدد، معلقا جوابك، الكاثود والأنود من بين الإلكترودين A و B.
- 3 ما هو الإلكترود الذي يتوضع عليه فلز الكادميوم ؟
- 4 اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.
- 5 يستغرق التحليل الكهربائي مدة $\Delta t = 12,0 h$. أ- احسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال مدة التحليل. ب- أوجد كتلة الكادميوم $m(Cd)$ المتكونة خلال المدة Δt . ج- احسب $V(O_2)$ حجم غاز ثنائي الأوكسجين الناتج.