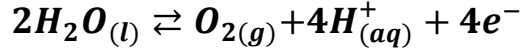


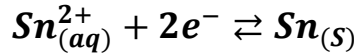
## تصحيح تمارين التحولات القسرية

تمرين 1:

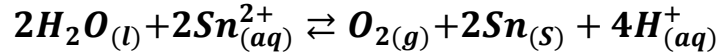
- 1- لكي يتوضع فلز القصدير على الصفيحة الفولاذية يجب أن يحدث تفاعل اختزال ايونات القصدير ، و ينتج عن الاختزال الكاثودي توضع الفلز عند الكاثود ، الصفيحة هي الكاثود.  
2- بجوار الأنود تحدث أكسدة أنودية لجزيئات الماء وفق نصف المعادلة التالية :



بجوار الكاثود يحدث اختزال كاثودي لأيونات القصدير وفق نصف المعادلة التالية :



حصيلة التحليل الكهربائي :



- 3- استنتاج كتلة القصدير المتوضعة على الصفيحة :  
الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$			كمية مادة الإلكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة			
البدئية	0	$[Sn^{2+}]_i V$	-	0	0
النهائية	x	$[Sn^{2+}]_f V$ - x	-	x	$n(e^-) = 2x$

لدينا :

$$\begin{cases} n(Sn) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases} \Rightarrow n(Sn) = \frac{n(e^-)}{2}$$

$$Q = I \Delta t = n(e^-) \cdot F n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \Leftarrow$$

$$n(Sn) = \frac{m}{M(Sn)} m = n(Sn) \cdot M(Sn) \Leftarrow$$

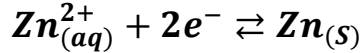
$$m = \frac{n(e^-)}{2} M(Sn) m = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} M(Sn) \Leftarrow$$

ت.ع:

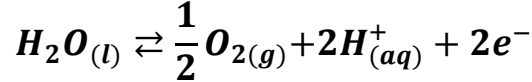
$$m = \frac{5 \times 10 \times 60 \times 118,7}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} = 1,845 \text{ g}$$

تمرين 2:

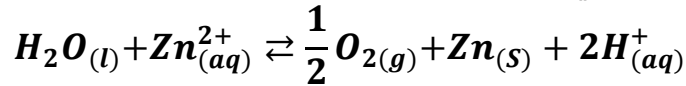
1- يتوضع فلز الزنك عند الكاثود حسب نصف المعادلة :



يتصاعد غاز ثنائي الأوكسيجين عند الأنود وفق المعادلة التالية :



2- المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي:



1.3- كمية الكهرباء  $Q$  التي تخرق المحلل خلال المدة  $\Delta t$  :

$$Q = I \cdot \Delta t = 43\,000 \times 24 \times 3600 = 3,7152 \cdot 10^9 \text{ C}$$

2.3- كتلة الزنك الناتجة :

الجدول الوصفي :

نصف معادلة تفاعل المزدوجة $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}$		$\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(s)}$			كمية مادة الإلكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة			
البديئية	0	$[\text{Zn}^{2+}]_i V$	-	0	0
النهائية	x	$[\text{Zn}^{2+}]_f V$ - x	-	x	$n(e^-) = 2x$

لنحدد أولا كمية مادة الإلكترونات المنتقلة خلال المدة  $\Delta t$  :

$$Q = I \cdot \Delta t = n(e^-)F$$

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{3,7152 \cdot 10^9}{96500} \approx 3,85 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x \\ n(\text{Zn}) = x \end{cases} \Rightarrow n(\text{Zn}) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{3,85 \cdot 10^4}{2} = 1,925 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

نعلم :

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} \Rightarrow m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn})$$

$$m(\text{Zn}) = 1,925 \cdot 10^4 \times 65,5 = 1260,785 \cdot 10^3 \text{ g} \approx 1261 \text{ kg}$$

3.3- حجم ثنائي الأوكسيجين الناتج :  
الجدول الوصفي :

نصف معادلة تفاعل المزدوجة $O_{2(g)}/H_2O_{(l)}$		$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^-$			كمية مادة الإلكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة			$n(e^-) = 2x$
البديئة	<b>0</b>	وفير	<b>0</b>	وفير	
النهائية	<b>x</b>	وفير	$\frac{x}{2}$	وفير	

لدينا :

$$\begin{cases} n(O_2) = \frac{x}{2} \\ n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} \end{cases} \Rightarrow V(O_2) = \frac{x}{2}V_m = \frac{n(Zn) \cdot V_m}{2}$$

ت.ع:

$$V(O_2) = \frac{1,925 \cdot 10^4 \times 24}{2} = 231 \cdot 10^3 L = 231 m^3$$

4.3- الطاقة المستهلكة :

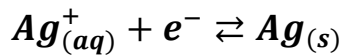
$$W = U \cdot I \cdot \Delta t = 3,5 \times 43000 \times 24 \times 3600 \approx 1,3 \cdot 10^{10} J$$

تمرين 3:

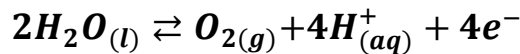
1- توضع الفضة ينتج حسب نصف المعادلة :  $Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$  وهو تفاعل اختزال يحدث بجوار الكاثود وبالتالي تكون الصفيحة هي الكاثود .

2- المعادلة الحصيلة :

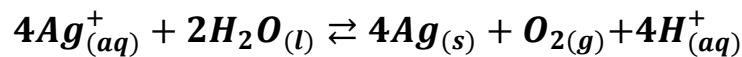
بجوار الكترود الكاثود :



بجوار إلكترود الأنود :



المعادلة الحصيلة :



3- حساب الكتلة m:

لدينا:

$$\begin{cases} \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot e \\ V = S \cdot e \end{cases}$$

ت.ع:

$$m = 10,5 \text{ g.cm}^{-3} \times 190,5 \text{ cm}^2 \times 20 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 4 \text{ g}$$

4- التركيز المولي الأدنى لنترات الفضة:

معادلة التفاعل		$4Ag^+_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 4Ag_{(s)} + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)}$				
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول				
الحالة البدئية	0	$[Ag^+]_i V$	وفير	0	0	وفير
الحالة النهائية	$x_{max}$	$[Ag^+]_i V - 4x_{max}$	وفير	$4x_{max}$	$x_{max}$	وفير

لدينا:

$$\begin{cases} [Ag^+]_i V - 4x_{max} = 0 \\ n(Ag) = \frac{m(Ag)}{M(Ag)} = 4x_{max} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4x_{max} = [Ag^+]_i V \\ \frac{m(Ag)}{M(Ag)} = 4x_{max} \end{cases} \Rightarrow [Ag^+]_i V = \frac{m(Ag)}{M(Ag)}$$

$$[Ag^+]_i = \frac{m(Ag)}{M(Ag) \cdot V} = \frac{4}{108 \times 0,2} = 0,185 \text{ mol.L}^{-1}$$

1.5- الجدول الوصفي:

نصف معادلة تفاعل المزدوجة $Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}$		$4Ag^+_{(aq)} + 4e^- \rightleftharpoons 4Ag_{(s)}$			كمية مادة الإلكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة			
البدئية	0	$[Ag^+]_i V$	-	0	0
النهائية	x	$[Ag^+]_i V - 4x_{max}$	-	$4x_{max}$	$n(e^-) = 4x_{max}$

$$\begin{cases} n(Ag) = \frac{m}{M(Ag)} = 4x_{max} \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} = 4x_{max} \end{cases} \Rightarrow \frac{I \cdot \Delta t}{F} = \frac{m}{M(Ag)} \Rightarrow I = \frac{m \cdot F}{M(Ag) \cdot \Delta t}$$

ت.ع:

$$I = \frac{4 \times 96500}{108 \times 30 \times 60} = 1,98 A$$

2.5- حسب الجدول الوصفي :

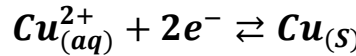
$$\begin{cases} n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = x_{max} \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} = 4x_{max} \end{cases} \Rightarrow \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{I \cdot \Delta t}{4F} \Rightarrow V(O_2) = \frac{I \cdot \Delta t \cdot V_m}{4F}$$

ت.ع:

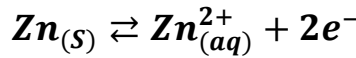
$$V(O_2) = \frac{1,98 \times 30 \times 60 \times 25}{4 \times 96500} = 0,23 \text{ mol. L}^{-1}$$

تمرين 4:

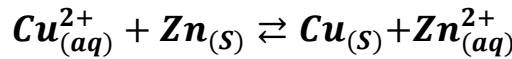
1.1- نصف معادلة المزدوجة  $Cu_{(aq)}^{2+}/Cu_{(s)}$



نصف معادلة المزدوجة  $Zn_{(aq)}^{2+}/Zn_{(s)}$  :



المعادلة الحصيلة للتفاعل :



1.2- المنحى الإصطلاحي للتيار خارج العمود يكون من القطب الموجب الى القطب السالب أي عكس منحى الإلكترونات ، بما أن الإلكترونات تنتقل من صفيحة الزنك نحو صفيحة النحاس ، فإن صفيحة النحاس تكون القطب الموجب للعمود .

1.3- عند غمر جسم من النحاس في محلول

كبريتات الزنك ، يعني تحقيق تطور المجموعة

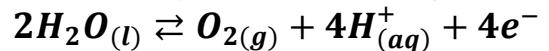
في المنحى المعاكس للتطور السابق ، وهذا

غير ممكن باعتباره عكس التطور التلقائي

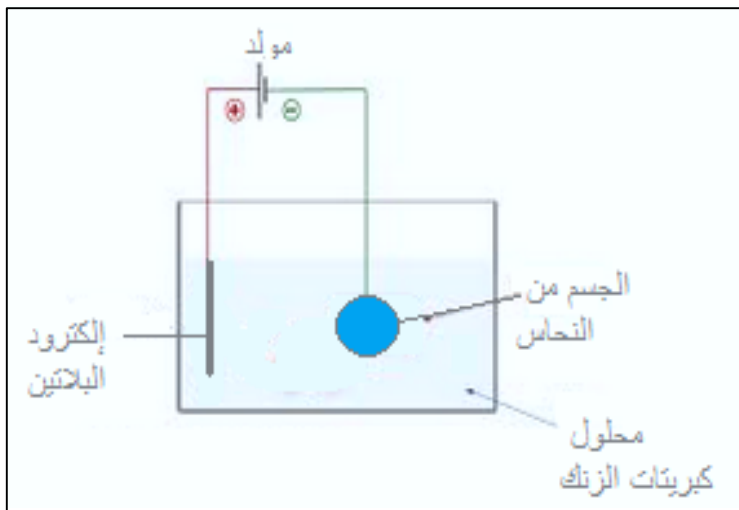
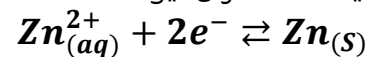
للمجموعة المتفاعلة

2.1- تبيانة التركيب التجريبي :

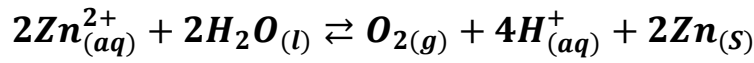
2.2- عند الأنود تحدث أكسدة لجزيئات الماء :



عند الكاثود يحدث اختزال أيونات  $Zn^{2+}$



2.3-المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي :



3.1-تعبير كمية مادة الزنك  $n(\text{Zn})$  :

حساب حجم طبقة الزنك :

$$V(\text{Zn}) = \frac{4}{3}\pi(r+e)^3 - \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi[(r+e)^3 - r^3]$$

نعلم أن:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{\rho \cdot V(\text{Zn})}{M(\text{Zn})}$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{4\pi\rho[(r+e)^3 - r^3]}{3M(\text{Zn})}$$

ت.ع:

$$m(\text{Zn}) = \frac{4\pi \times 7,14 \times [(3 \cdot 10^{-2} + 30 \cdot 10^{-6})^3 + (3 \cdot 10^{-2})^3]}{3 \times 65,4}$$

$$n(\text{Zn}) = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3.2-لتحديد كمية مادة الإلكترونات التي تجتاز الدارة ننجز الجدول الوصفي للإختزال الكاثودي :

نصف معادلة تفاعل المزدوجة $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}$		$\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(s)}$			كمية مادة الإلكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة			
البدئية	<b>0</b>	$[\text{Zn}^{2+}]_i V$	-	<b>0</b>	<b>0</b>
النهائية	<b>x</b>	$[\text{Zn}^{2+}]_i V - x$	-	<b>x</b>	$n(e^-) = 2x$

لدينا :

$$\begin{cases} n(\text{Zn}) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases} n(e^-) = 2n(\text{Zn}) = 7,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \Leftarrow$$

3.3-المدة الزمنية اللازمة لإنجاز عملية الطلاء :  
كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة  $\Delta t$  :

$$\begin{cases} Q = I\Delta t = Ne \\ n(e^-) = \frac{N}{N_A} \quad I\Delta t = n(e^-)N_A e \Leftrightarrow \end{cases}$$

$$\Delta t = \frac{N_A \cdot e \cdot n(e^-)}{I}$$

$$\Delta t = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 7,4 \cdot 10^{-2}}{1} = 7127,68s$$

$$\Delta t \approx 2h$$

ت.ع: