تصحيح تمارين التحولات القسرية

تمرين 1:

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

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

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

$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Sn_{(S)}$$

حصيلة التحليل الكهربائي :

$$2H_2O_{(l)} + 2Sn^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2Sn_{(S)} + 4H^+_{(aq)}$$

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

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

لدينا :

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

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

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

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

ت.ع:

$$m = \frac{5 \times 10 \times 60 \times 118,7}{2 \times 9,65.10^4} = 1,845\ g$$

تمرين 2:

1-يتوضع فلز الزنك عند الكاثود حسب نصف المعادلة :

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Zn_{(S)}$$

يتصاعد غاز ثنائي الأوكسيجين عند الأنود وفق المعادلة التالية :

$$H_2O_{(l)} \rightleftarrows \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^-$$

2-المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي:

$$H_2O_{(l)} + Zn^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows \frac{1}{2}O_{2(g)} + Zn_{(S)} + 2H^+_{(aq)}$$

1.3-كمية الكهرباء Q التي تخترق المحلل خلال المدة Δt :

$$Q = I.\Delta t = 43\ 000 \times 24 \times 3600 = 3,7152.10^9 C$$

2.3-كتلة الزنك الناتجة :

الجدول الوصفي :

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

لنحدد أولا كمية مادة الإلكترونات المنتقلة خلال المدة Δt :

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

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{3,7152.10^9}{96500} \approx 3,85.10^4 mol$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x \\ n(Zn) = x \end{cases} \Rightarrow n(Zn) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{3,85.10^4}{2} = 1,925.10^4\ mol$$

نعلم :

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

$$m(Zn) = 1,925.10^4 \times 65,5 = 1260,785.10^3 g \approx 1261 kg$$

3.3-حجم ثنائي الأوكسيجين الناتج :

الجدول الوصفي :

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

لدينا :

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

ت.ع:

$$V(O_2) = \frac{1,925.10^4 \times 24}{2} = 231.10^3\ L = 231m^3$$

4.3-الطاقة المستهلكة :

$$W = U.I.\Delta t = 3,5 \times 43000 \times 24 \times 3600 \approx 1,3.10^{10}\ J$$

تمرين 3:

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

2-المعادلة الحصيلة :

بجوار الكترود الكاثود :

$$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftarrows Ag_{(s)}$$

بجوار إلكترود الأنود :

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

المعادلة الحصيلة :

$$4Ag^+_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightleftarrows 4Ag_{(s)} + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)}$$

3-حساب الكتلة m:

لدينا :

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

ت.ع:

$$\boldsymbol{m = 10,5\ g.cm^{-3} \times 190,5\ cm^2 \times 20.10^{-4} cm = 4\ g}$$

4-التركيز المولي الأدنى لنترات الفضة :

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

لدينا :

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

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

1.5-الجدول الوصفي :

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

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

ت.ع:

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

2.5-حسب الجدول الوصفي :

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

ت.ع:

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

تمرين 4:

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

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

نصف معادلة المزدوجة : $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(S)}$

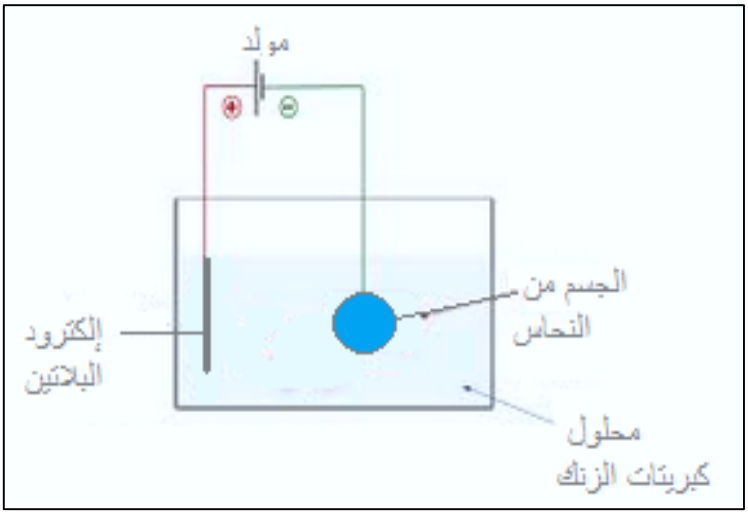
$$Zn_{(S)} \rightleftarrows Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

المعادلة الحصيلة للتفاعل :

$$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(S)} \rightleftarrows Cu_{(S)} + Zn^{2+}_{(aq)}$$

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 صفية 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 للتحول السابق ، وهذا غير ممكن باعتباره عكس التطور التلقائي للمجموعة المتفاعلة



2.1-تبيانة التركيب التجريبي :

2.2-عند الأنود تحدث أكسدة لجزيئات الماء :

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

عند الكاثود يحدث اختزال أيونات Zn^{2+}

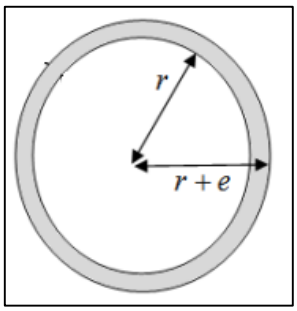
$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Zn_{(S)}$$

2.3-المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي :

$$2Zn^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^{+}_{(aq)} + 2Zn_{(S)}$$

3.1-تعبير كمية مادة الزنك $n(Zn)$:

حساب حجم طبقة الزنك :



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

نعلم أن:

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

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

ت.ع:

$$m(Zn) = \frac{4\pi \times 7,14 \times [(3.10^{-2} + 30.10^{-6})^3 + (3.10^{-2})^3]}{3 \times 65,4}$$

$$n(Zn) = 3,7.10^{-2}\ mol$$

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

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

لدينا :

$$\begin{cases} n(Zn) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases} n(e^-) = 2n(Zn) = 7,4.10^{-2}\text{mol} \Leftarrow$$

3.3-المدة الزمنية اللازمة لإنجاز عملية الطلاء :

كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة Δt :

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

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

ت.ع:

$$\Delta t = \frac{6,02.10^{23} \times 1,6.10^{-19} \times 7,4.10^{-2}}{1} = 7127,68s$$

$$\Delta t \approx 2h$$