سلسلة تمارين التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

تصحيح التمرين 1:

1-نحدد خارج التفاعل في الحالة البدئية :

$$Q_{r,i} = \frac{[Ag^+]_i^2}{[Cu^{2+}]_i} = \frac{0,02^2}{0,05} = 2.10^{-3}$$

نلاحظ أن $Q_{r,i} > K$ ، إذن المجموعة تتطور تلقائيا في المنحى المعاكس (غير المباشر) أي منحى تكون Ag و Cu^{2+} وفق المعادلة
التالية :

$$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(S)} \rightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

2- بجوار الأنود ، أي صفيحة النحاس يحدث أكسدة :

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

بجوار الكاثود ، أي صفيحة الفضة يحدث اختزال :

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

يمرالتيار الكهربائي عبر الدارة الخارجية من صفيحة الفضة (القطب الموجب) الى صفيحة النحاس (القطب السالب) .والالكترونات في المنحى المعاكس أي من صفيحة النحاس الى صفيحة الفضة.

داخل العمود عبر القنطرة الملحية تنتقل الكاتيونات في منحى التيار الكهربائي أي من صفيحة Ag الى صفيحة Cu والأنيونات في منحي الإلكترونات .

3-التبانة الإصطلاحية للعمود :

$$(-)\ Cu_{(S)}/Cu^{2+}_{(S)}//Ag^+_{(aq)}/Ag_{(S)}\ (+)$$

4-أ –كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة Δt :

$$Q = I.\Delta t = 86.10^{-3} \times 1,5 \times 60 = 7,74C$$

ب-حسلب تغير كمية مادة كل من أيونات الفضة والنحاس :

ننجز الجدول الوصفي :

كمية مادة الإلكترونات	$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(S)} \rightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$				التقدم	معادلة التفاعل
	كمياة المادة بالمول					
n(é)=0	$n_i(Cu^{2+})$	$n_i(Ag)$	$n_i(Cu)$	$n_i(Ag^+)$	0	البدئية
n(é)=2x	$n_i(Cu^{2+}) + x$	$n_i(Ag) + 2x$	$n_i(Cu) - x$	$n_i(Ag^+) - 2x$	$2x$	النهائية

من خلال الجدول الوصفي يتضح أن :

كمية مادة أيون A^+ تتناقص نكتب: $\Delta Ag^+ < 0 \Delta(Ag^+) = n_f - n_i = -2x$ ⇐
وكمية مادة أيون C^{2+} تتزايد نكتب : $\Delta(Cu^{2+}) > 0 \Delta(Cu^{2+}) = n_f - n_i = x$ ⇐
وكمية مادة الإلكترونات : $n(e^-) = 2x$
نعلم : $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I\Delta t}{F} x = \frac{I\Delta t}{2F}$ ⇐

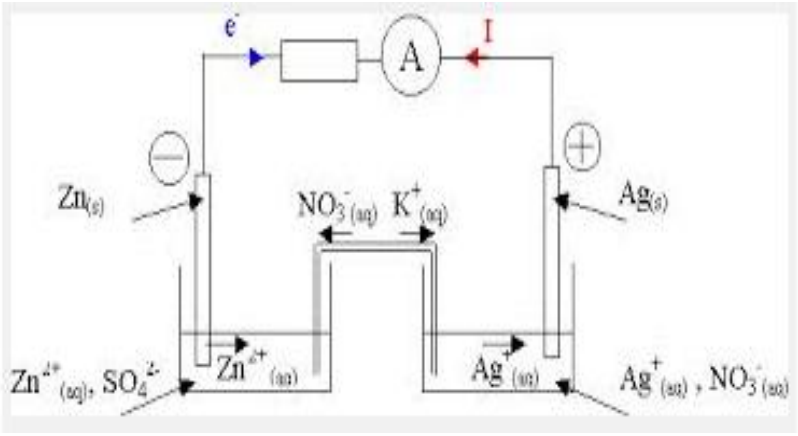
$$\Delta(Ag^+) = -2 \times \frac{Q}{2F} = -\frac{Q}{F}$$

$$\Delta(Ag^+) = -\frac{7,47}{96500} = -8.10^{-4} mol$$

$$\Delta(Cu^{2+}) = \frac{Q}{2F} = 4.10^{-4} mol$$

تصحيح تمرين 2:

1-القطب الموجب هو المرتبط بالقطب « V » للفولطمتر ويتعلق الأمر بصفيحة الفضة.
القطب السالب هو المرتبط بالقطب « com »
للفولطمتر أي صفيحة الرصاص .



2-تبيانة العمود :

3-عند الكاثود أي القطب الموجب يحدث اختزال
أي اكتساب الكترونات :

$$Ag^+_{(aq)} \rightleftarrows Ag_{(S)} + 2e^-$$

-عند الأنود أي القطب السالب تحدث أكسدة أي
فقدان إلكترونات :

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

المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :

$$Zn_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightleftarrows 2Ag_{(S)} + Zn^{2+}_{(aq)}$$

المزدوجتان مختزل/ مؤكسد المتدخلتان في التفاعل :

$Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(S)}$ و $Ag^+_{(aq)}/Ag_{(S)}$

4- تعبير و حساب خارج التفاعل البدئي :

$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Ag^+]^2_i} = \frac{0,20}{0,20^2} = 5$$

نلاحظ أن خارج التفاعل صغير جدا مقارنة مع الثابتة K ، وبالتالي تتطور المجموعة تلقائيا في المنحى المباشر وهذا يتوافق مع السؤال 3.

5.1-كمية الكهرباء :

$$Q = I.t = 0,20 \times 2 \times 3600 = 1440C$$

5.2-الجدول الوصفي للإختزال الكاثودي :

معادلة التفاعل		$2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftarrows 2Ag_{(S)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			كمية مادة الإلكترونات
الحالة البدئية	0	$[Ag^{+}]_i V$		$n_i(Ag)$	$n(e^{-}) = 0$
الحالة الوسيطية	x	$[Ag^{+}]_i V - 2x$		$n_i(Ag) + 2x$	$n(e^{-}) = 2x$

5.3-تحديد كمية المادة وتركيز أيونات الفضة :

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

$$n(Ag^{+}) = [Ag^{+}]_i V - 2x = [Ag^{+}]_i V - 2\frac{Q}{2F} \Rightarrow n(Ag^{+}) = [Ag^{+}]_i V - \frac{Q}{F}$$

ت.ع:

$$n(Ag^{+}) = 0,20 \times 100.10^{-3} - \frac{1440}{96500} = 5,0.10^{-3} mol$$

$$[Ag^{+}] = \frac{n(Ag^{+})}{V} = \frac{5.10^{-3}}{100.10^{-3}} = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$$

حل التمرين 3:

1-يمر التيار الكهربائي خارج العمود من قطبه الموجب« A » الى قطبه السالب « com ».
القطب الموجب للعمود هو صفيحة النيكل والسالب هو صفيحة الحديد .

2-عند الكاثود القطب الموجب للعمود يحدث اختزال :

$$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftarrows Ni_{(S)}$$

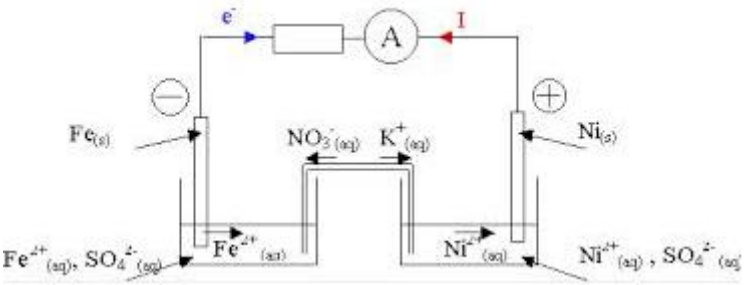
عند الأنود القطب السالب تحدث أكسدة :

$$Fe_{(S)} \rightleftarrows Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :

$$Ni^{2+}_{(aq)} + Fe_{(S)} \rightleftarrows Ni_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)}$$

3- تبيانة العمود :



4-ننجز الجدول الوصفي للإختزال الكاثودي :

معادلة التفاعل		$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Ni_{(S)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			كمية مادة الإلكترونات
الحالة البدئية	0	$n_i(Ni^{2+})$		$n_i(Cu)$	$n(e^-) = 0$
الحالة الوسيطية	x	$n_i(Ni^{2+}) - x$		$n_i(Cu) - x$	$2x$
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(Ni^{2+}) - x_{max}$		$n_i(Cu) - x_{max}$	$2x_{max}$

القيمة القصوى لكمية الكهرباء التي يمكن أن ينتجها العمود :

$$Q_{max} = n_{max}(e^-).F$$
$$n_{max}(e^-) = 2x_{max}$$

$$\begin{cases} Q_{max} = n_{max}(e^-).F \\ n_{max}(e^-) = 2x_{max} \end{cases} \Rightarrow Q_{max} = 2x_{max}.F$$

لدينا عند نهاية اشتغال العمود :

$$n_i(Ni^{2+}) - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n_i(Ni^{2+}) = [Ni^{2+}]_i V$$

$$Q_{max} = 2[Ni^{2+}]_i V$$

ت.ع :

$$Q_{max} = 2 \times 0,2 \times 100.10^{-3} \times 96500 = 3860\ C$$

تصحيح تمرين 4:

1-بما أن الأمبير متر يشير الى قيمة موجبة والمربط « com » مرتبط بصفيحة الرصاص ، فإن هذه الأخيرة تمثل القطب السالب للعمود وصفيحة الفضة تمثل القطب الموجب .

2-نصفي معادلتي التفاعل :

عند الكترود الرصاص (القطب السالب) تحدث أكسدة :

$$Pb_{(S)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

عند إلكترود الفضة (القطب الموجب) يحدث إختزال :

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

المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :

$$Pb_{(S)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

3-حساب خارج التفاعل البدئي :

$$Q_{ri} = \frac{[Pb^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{C_1}{C_2^2} = \frac{0,1}{0,05^2} = 40$$

4-التبيانة الإصطلاحية للعمود :

$$(-)\ Pb_{(S)}/Pb^{2+}_{(aq)}//\ Ag^+_{(aq)}/Ag_{(S)}\ \ (+)$$

5-الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$2Ag^+_{(aq)} + Pb_{(S)} \rightarrow 2Ag_{(S)} + Pb^{2+}_{(aq)}$				كمية مادة الإلكترونات
الحالة	التقدم	كمياة المادة بالمول				
البدئية	0	$n_i(Ag^+) = C_2V_2$	$n_i(Pb)$	$n_i(Ag)$	$n_i(Pb^{2+}) = C_1V_1$	n(é)=0
الوسيطية	$2x$	$C_2V_2 - 2x$	$n_i(Pb) - x$	$n_i(Ag) + 2x$	$C_1V_1 + x$	n(é)=2x
النهائية	$2x_{max}$	$C_2V_2 - 2x_{max}$	$n_i(Pb) - x_{max}$	$n_i(Ag) + 2x_{max}$	$C_1V_1 + x_{max}$	$n(e^-) = 2x_{max}$

6-كمية الكهرباء :

$$Q = I.\Delta t = 100.10^{-3} \times 3600 = 360\ C$$

حساب التقدم x بعد المدة Δt :

حسب الجدول الوصفي :

$$n(e^-) = 2x$$

نعلم أن : $Q = I.\Delta t = n(e^-).F$

ومنه: $2xF = Q$ $x = \frac{Q}{2F} = \frac{360}{2\times 9.65.10^4} = 1,86.10^{-3}\ mol$

7-حساب تركيز كل من أيون الرصاص والفضة بعد تمام المدة Δt :

حسب الجدول الوصفي :

$$[Pb^{2+}] = \frac{C_1V_1 + x}{V_1} = C_1 + \frac{x}{V_1} = 0,1 + \frac{1,86.10^{-3}}{0,1} = 0,12\ mol.L^{-1}$$

$$[Ag^{+}] = \frac{C_2V_2 - 2x}{V_2} = C_2 - 2\frac{x}{V_2} = 0,1 - 2 \times \frac{1,86.10^{-3}}{0,1} = 0,06\ mol.L^{-1}$$

8- حساب تغير كتلة الصفيحتين بعد تمام المدة Δt :

حسب الجدول الوصفي :

$$\Delta n(Pb) = n(Pb) - n_i(Pb) = -x$$

لدينا : $\Delta n(Pb) = \frac{\Delta m}{M(Pb)}$

ومنه : $\frac{\Delta m}{M(Pb)} = -x$ أي : $\Delta m = -x.M(Pb) = -1,86.10^{-3} \times 207 = -0,385\ g$

حسب الجدول الوصفي :

$$\Delta n(Ag) = n(Ag) - n_i(Ag) = 2x$$

لدينا : $\Delta n(Ag) = \frac{\Delta m}{M(Ag)}$

ومنه : $\frac{\Delta m}{M(Ag)} = 2x$ أي : $\Delta m = 2x.M(Ag) = 2 \times 1,86.10^{-3} \times 107,9 = 0,401\ g$

ملحوظة :

صفيحة الرصاص تتناقص كتلتها أثناء اشتغال العمود تغير كتلتها سالب عكس صفيحة الفضة .