

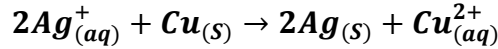
## سلسلة تمارين التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

تصحيح التمرين 1:

1- نحدد خارج التفاعل في الحالة البدئية :

$$Q_{r,i} = \frac{[Ag^+]_i^2}{[Cu^{2+}]_i} = \frac{0,02^2}{0,05} = 2 \cdot 10^{-3}$$

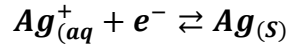
نلاحظ أن  $Q_{r,i} > K$  ، إذن المجموعة تتطور تلقائيا في المنحى المعاكس (غير المباشر) أي منحى تكون  $Ag$  و  $Cu^{2+}$  وفق المعادلة التالية :



2- بجوار الأنود ، أي صفيحة النحاس يحدث أكسدة :



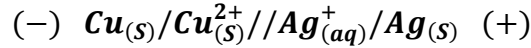
بجوار الكاثود ، أي صفيحة الفضة يحدث اختزال :



يمر التيار 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  $Cu$  والأيونات في منحى الإلكترونات .

3- التبانة الإصطلاحية للعمود :



4- كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة  $\Delta t$  :

$$Q = I \cdot \Delta t = 86 \cdot 10^{-3} \times 1,5 \times 60 = 7,74C$$

ب- حسب تغير كمية مادة كل من أيونات الفضة والنحاس :  
ننجز الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$				كمية مادة الإلكترونات
الحالة	التقدم	كمية المادة بالمول				
البدئية	<b>0</b>	$n_i(Ag^+)$	$n_i(Cu)$	$n_i(Ag)$	$n_i(Cu^{2+})$	$n(\dot{e})=0$
النهائية	<b>2x</b>	$n_i(Ag^+) - 2x$	$n_i(Cu) - x$	$n_i(Ag) + 2x$	$n_i(Cu^{2+}) + x$	$n(\dot{e})=2x$

من خلال الجدول الوصفي يتضح أن :

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

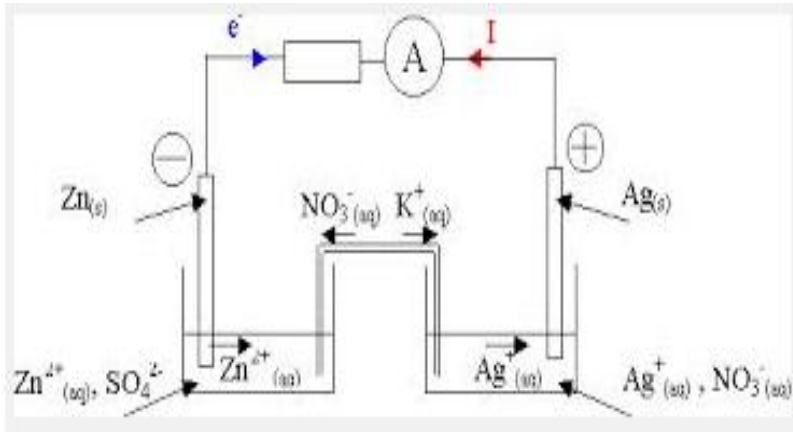
$$\Delta(Ag^+) = -2 \times \frac{Q}{2F} = -\frac{Q}{F}$$

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

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

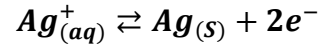
تصحيح تمرين 2:

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

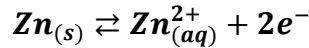


2- تبيانة العمود :

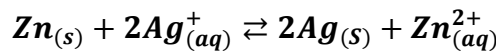
3- عند الكاثود أي القطب الموجب يحدث اختزال أي اكتساب الكترونات :



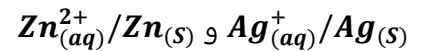
- عند الأنود أي القطب السالب تحدث أكسدة أي فقدان إلكترونات :



المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :



المزدوجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتان في التفاعل :



4- تعبير و حساب خارج التفاعل البدئي :

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

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 :

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

5.2- الجدول الوصفي للإختزال الكاثودي :

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

5.3- تحديد كمية المادة وتركيز أيونات الفضة :

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

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

ت.ع:

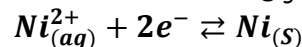
$$n(Ag^+) = 0,20 \times 100 \cdot 10^{-3} - \frac{1440}{96500} = 5,0 \cdot 10^{-3} mol$$

$$[Ag^+] = \frac{n(Ag^+)}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

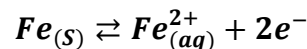
حل التمرين 3:

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

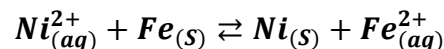
2- عند الكاثود القطب الموجب للعمود يحدث اختزال :

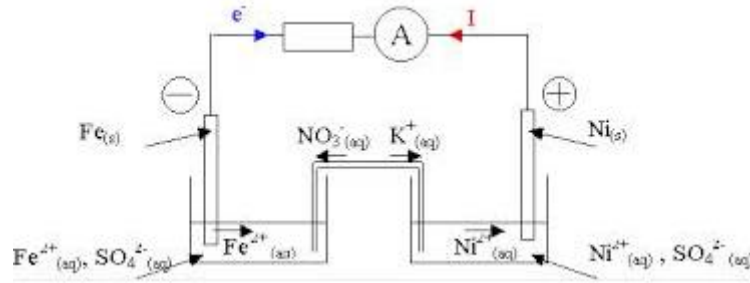


عند الأنود القطب السالب تحدث أكسدة :



المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :





4- نجز الجدول الوصفي للإختزال الكاثودي :

معادلة التفاعل		$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ni_{(s)}$		
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)		كمية مادة الإلكترونات
الحالة البدئية	<b>0</b>	$n_i(Ni^{2+})$	$n_i(Cu)$	$n(e^-) = 0$
الحالة الوسيطة	$x$	$n_i(Ni^{2+}) - x$	$n_i(Cu) - x$	$2x$
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 :

$$Q_{max} = n_{max}(e^-) \cdot F$$

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

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

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 :

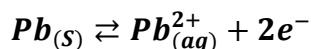
$$Q_{max} = 2 \times 0,2 \times 100 \cdot 10^{-3} \times 96500 = 3860 C$$

## تصحيح تمرين 4:

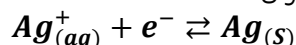
1- بما أن الأمبير متر يشير الى قيمة موجبة والمربط « com » مرتبط بصفيحة الرصاص ، فإن هذه الأخيرة تمثل القطب السالب للعمود وصفيحة الفضة تمثل القطب الموجب .

2- نصفي معادلتي التفاعل :

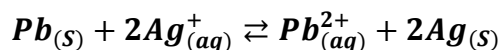
عند الكترود الرصاص (القطب السالب) تحدث أكسدة :



عند الكترود الفضة (القطب الموجب) يحدث إختزال :



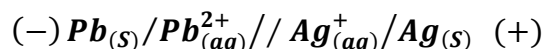
المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :



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 :



5- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$2Ag_{(aq)}^{+} + Pb_{(s)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Pb_{(aq)}^{2+}$				كمية مادة الإلكترونات
الحالة	التقدم	كمية المادة بالمول				
البدئية	0	$n_i(Ag^{+}) = C_2V_2$	$n_i(Pb)$	$n_i(Ag)$	$n_i(Pb^{2+}) = C_1V_1$	$n(e^{-})=0$
الوسيطة	$2x$	$C_2V_2 - 2x$	$n_i(Pb) - x$	$n_i(Ag) + 2x$	$C_1V_1 + x$	$n(e^{-})=2x$
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  $\Delta t$  :

حسب الجدول الوصفي :

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

نعلم أن :  $Q = I. \Delta t = n(e^{-}). F$

$$x = \frac{Q}{2F} = \frac{360}{2 \times 9.65.10^4} = 1,86. 10^{-3} mol$$
 ومنه  $2xF = Q$

7- حساب تركيز كل من أيون الرصاص والفضة بعد تمام المدة  $\Delta t$  :

حسب الجدول الوصفي :

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

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

8- حساب تغير كتلة الصفيحتين بعد تمام المدة  $\Delta t$  :

حسب الجدول الوصفي :

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

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

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

حسب الجدول الوصفي :

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

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

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

ملحوظة :

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