بسم الله الرحمان الرحيم

سلسلة تمارين حول التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

1) التمرين رقم1 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

1) ماهي أنواع التحولات الكيميائية التي تحدث في عمود؟
2) هل تحدث هذه التحولات في القنطرة أو على مستوى الإلكترودين أو في الدارة الخارجية؟

الإجابة:
1) أنواع التحولات الكيميائية التي تحدث في عمود : هي تحولات تفاعلات أكسدة واختزال.
بحيث يحدث خلال اشتغال العمود تأكسد الإلكترود الموجودة قطبه السالب (أي الآنود) وتحرر الإلكترونات التي تنتقل عبر الدارة الخارجية نحو الكاتود (القطب الموجب للعمود) .
فتكتسب هذه الإلكترونات من طرف أيونات الفلز المكون للكاتود على مستوى فلز - محلول .الشيء الذي ينتج عنه اختزال أيونات الفلز المكون للكاتود وذلك على مستوى فلز - محلول .
2)هذه التحولات تحدث على مستوى الإلكترودين وينتج عنها تحول الطاقة الكيمائية إلى طاقة كهربائية.

---

2) التمرين رقم2 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

اذكر مكونات عمود.

الإجابة:
بصفة عامة يتكون العمود من:

- صفيحة فلزية M مغمورة في محلول مائي يحتوي على كاتيونات هذا الفلز M^{m+} ، وهي تمثل الإلكترود الأولى للعمود.
- وصفيحة فلزيةN على كاتيونات مغمورة في محلول يحتوي هذا الفلز N^{n+} ، وهي تمثل الإلكترود الثانية للعمود.
- قنطرة أيونية تربط بين المحلولين .

---

3) التمرين رقم3 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

اعط تعريف الفراداي وتعريف سعة عمود.

الفاراداي هي القيمة المطلقة للشحنة الكهربائية لمول من الإلكترونات ويرمز له ب F.

$F = e.N_A = 6{,}02\times10^{23}\times1{,}6\times10^{-19} = 96500C/mol$ الفاراداي .

سعة العمود:هي كمية الكهرباء القصوية التي يمررها عمود يولد تيارا كهربائيا شدته ثابتة خلال مدة Δt_{max}: $q_{max} = I\Delta t_{max}$

---

4) التمرين رقم4 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

أجب بصحيح أو خطأ .
1) أثناء اشتغال عمود
- يمر تيار كهربائي .
- $Q_r = K$.
- يحدث تفاعل حمض-قاعدة .
- يحدث تفاعل أكسدة-اختزال.

---

2) تكون حملات الشحنة الكهربائية في عمود هي:
- الإلكترونات في كل نقط الدارة .
- الأيونات في الموصلات الفلزية والإلكترونات في المحلولين.
- الأيونات في المحلولين والإلكترونات في الموصلات الفلزية.

---

3)عدما يستهلك عمود:
- تكون جميع الأيونات قد استهلكت .

- لا يمر أي تيار كهربائي في الدارة الخارجية.
- تكون المجموعة في توازن .
- تكون المجموعة في غير توازن.

الاجابة:

1) أثناء اشتغال عمود :

- يمر تيار كهربائي <========== صحيح.
- $Q_r = K$. <========== خطأ.
- يحدث تفاعل حمض-قاعدة <========== خطأ.
- يحدث تفاعل أكسدة-اختزال. <========== صحيح.

---

2) تكون حملات الشحنة الكهربائية في عمود هي:

- الإلكترونات في كل نقط الدارة . <========== خطأ . في لدارة الخارجية (صحيح).
- الأيونات في الموصلات الفلزية والإلكترونات في المحلولين. <========== خطأ
- الأيونات في المحلولين والإلكترونات في الموصلات الفلزية. <==========صحيح.

---

3)عندما يستهلك عمود:

- تكون جميع الأيونات قد استهلكت . <========== خطأ.
- لا يمر أي تيار كهربائي في الدارة الخارجية. <==========صحيح.
- تكون المجموعة في توازن . <==========صحيح.
- تكون المجموعة في غير توازن. <========== خطأ.

تذكير:

لتحديد قطبية العمود نستعمل إحدى الطريقتين التاليتين:

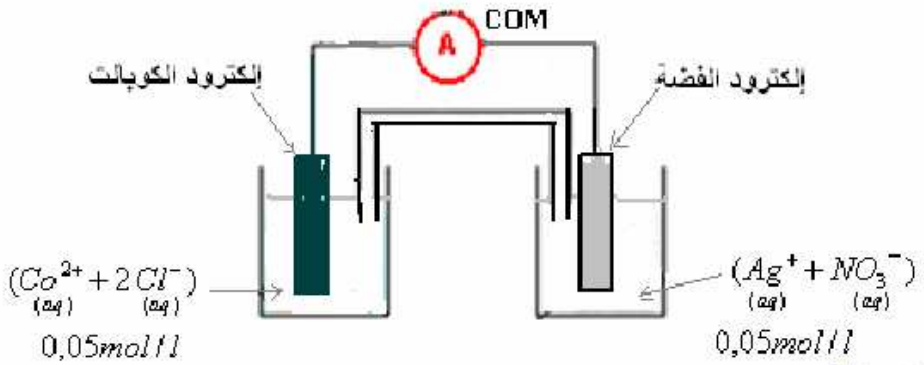
- **الطريقة الأولى:** نربط جهاز أميرميتر بين مربطي العمود .

إذا أشار إلى شدة تيار كهربائي موجبة فإن مربطه COM مرتبط بالقطب السالب للعمود.
وإذا أشار إلى شدة تيار كهربائي سالبة فإن مربطه COMمرتبط بالقطب الموجب للعمود.

- **الطريقة الثانية:** بمعرفة المزدوجتين مؤكسد-مختزل المكونتين للعمود ، نكتب المعادلة الحصيلة الممكن حدوثها خلال اشتغال العمود.
ثم نحدد قيمة خارج التفاعل عند البداية وبمقارنه مع ثابتة التوازن نحصل على منحى تطور التفاعل الحاصل في العمود.
وبذلك تتم معرفة الالكترود التي تخضع للأكسدة وهي الآنود(القطب السالب للعمود) والالكترود الأخرى هي الكاثود (أي قطبه الموجب).

5) التمرين رقم5 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

ننجز العمود الممثل أسفله:



يشير الأمبيرمتر إلى شدة تيار سالبة .

1- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود .

2- اكتب معادلتي التفاعلين الذين يحدثان على مستوى الإلكترودين.

3- ما هو دور القنطرة الأيونية؟

4) احسب قيمة خارج التفاعل في الحالة البدئية.

5) كيف يتطور خارج التفاعل أثناء اشتغال العمود؟

---

1) بما أن الأمبيرمتر يشير إلى شدة تيار سالبة، فإن مربطهCOM مرتبط بالقطب الموجب للعمود. إذن إلكترود الفضة تلعب دور القطب

الموجب للعمود.

وبالتالي بالتبيانة الإصلاحية للعمود هي كما يلي :

$$- \quad Co/Co^{2+} \;\|\; Ag^{+}/Ag \quad +$$

2) بجوار الآنود (الأكسدة الآنودية) $Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^{-}$

بجوار الكاتود (الاختزال الكاتودي) $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$

3) القنطرة الأيونية تلعب دور التوصيل الكهربائي بين المحلولين .(بحيث تهاجر عبرها الايونات من أجل تحقيق الحياد الكهربائي للمحلولين)

4) حصيلة التفاعل الذي يحدث خلال اشتغال العمود :

$$Co_{(s)} + 2\,Ag^{+}_{(aq)} \rightarrow Co^{2+}_{(aq)} + 2\,Ag_{(s)}$$

خارج التفاعل في الحالة البدئية:

$$Q_{r,i} = \frac{[Co^{2+}]_i}{[Ag^{+}]^2_i} = \frac{0,05}{(0,05)^2} = 20$$

5) خلال اشتغال العمود يتزايد تركيز الأيونات Co^{2+} ويتناقص تركيز الايونات Ag^{+} إذن قيمة Q_r تتزايد.

6) التمرين رقم6 ص 127 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

نحصل على عمود بوصل نصفيه بواسطة محلول مختر لكلورور البوتاسيوم $(K^{+}_{aq()} + Cl^{-}_{(aq)})$.

يتكون نصفه الأول من صفيحة من القصدير مغمورة في محلول كلورور القصدير $(Sn^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)})$ تركيزه $[Sn^{2+}]_i = 0,1mol/L$

والنصف الآخر من صفيحة من النيكل مغمورة في محلول كلورور النيكل II $(Ni^{2+}_{(aq)} + 2\,Cl^{-}_{(aq)})$تركيزه $10^{-2}\,mol/L$.

نركب هذا العمود بين مربطي موصل أومي .علما أن ثابتة التوازن عند درجة الحرارة $25°c$ المقرونة بالتفاعل الممنذج بالمعادلة التالية:

$$Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)}$$

هي: $K = 8,8\times10^{-4}$

1)توقع منحى تطور التحول التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.

2) ما هوالتفاعل الذي يحدث :

2-1) عند إلكترود النيكل؟

2-2) عند إلكترود القصدير؟

3) ارسم تبيانة لهذا العمود وعين منحى حركة مختلف حملات الشحنة الكهربائية.

4) استنتج قطبية هذا العمود وتبيانته الإصطلاحية.

الاجابة:

1) جارج هذا التفاعل :

$$Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)}$$

هو: $Q_r = \frac{[Sn^{2+}]}{[Ni^{2+}]} = \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = 10$

$Q_r > K \Leftarrow$ التوازن ينتقل في المنحى غير المباشر : وبالتالي التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود هو كما يلي :

$$Ni_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$$

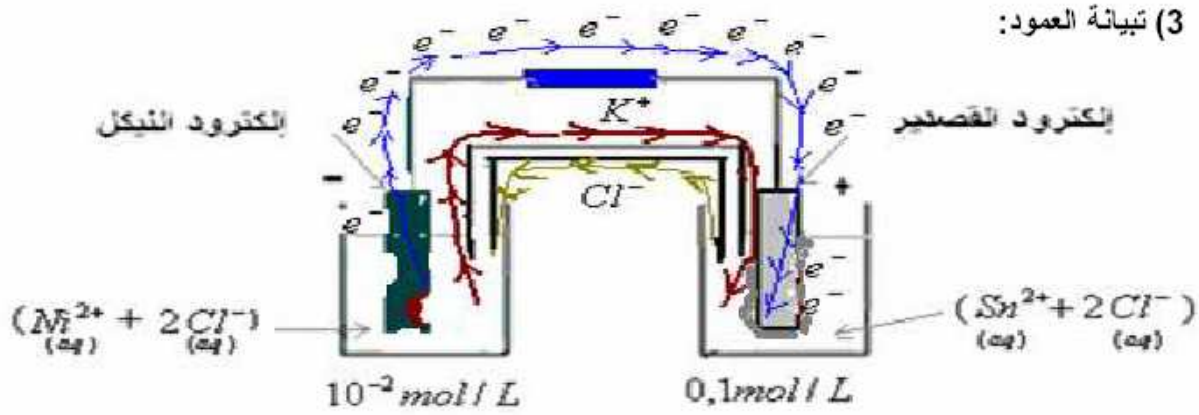
2) 2-1)عند إلكترود النيكل يحدث تفاعل الأكسدة التالي:

$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e$ الأكسدة الأنودية.(القطب السالب)

2-2) عند إلكترود القصدير يحدث تفاعل الإختزال التالي:

$Sn^{2+} + 2e \rightarrow Sn$ الإختزال الكاتودي. (القطب الموجب)

3) تبيانة العمود:



خلال اشتغال العمود يمر التيار الكهربائي في الدارة الخارجية من إلكترود القصدير نحو إلكترود النيكل ، الشيء الذي ينتج عنه انتقال الإلكترونات في المنحى المعاكس.

هذه الإلكترونات ناتجة عن تأكسد إلكترود النيكل وفق نصف المعادلة التالية $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$: إذن خلال اشتغال العمود تتآكل هذه الإلكترود ويزداد تركيز الأيونات Ni^{2+} في محلول كلورور النيكل .وللحفاظ على الحياد الكهربائي لهذا المحلول تهاجر الأيونات Cl^- عبر القنطرة الأيونية نحو هذا المحلول.

الإلكترونات التي تمر عبر الدارة الخارجية تكتسب من طرف الأيونات Sn^{2+} على مستوى فلز- محلول وينتج عن ذلك توضع القصدير على صفيحة القصدير وذلك وفق نصف المعادلة التالية: $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ الشيء الذي يؤدي إلى تناقص تركيز الأيونات Sn^{2+} في محلول كلورور القصدير ، وللحفاظ على الحياد الكهربائي لهذا المحلول تهاجر الأيونات K^+ عبر القنطرة الأيونية نحو هذا المحلول.

---

3)التبيانة الاصطلاحية للعمود:

$$- \quad Ni \mid Ni^{2+} \;\|\; Sn^{2+} \mid Sn \quad +$$

7) التمرين رقم7 ص 127و ص128 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

نصل بواسطة قنطرة أيونية مكونة من محلول مختر لكلورور البوتاسيوم نصفي العمود التاليين :

صفيحة من النيكل مغمورة في $50mL$ من محلول كبريتات النيكل تركيزه c .

سلك من الفضة مغمور في $50mL$ من محلول نترات الفضة تركيزه c .

نلاحظ أثناء اشتغال العمود اختزال أيونات الفضة Ag^+ عند إ لكترود الفضة وأكسدة النيكل إلى Ni^{2+} عند إلكترود النيكل .

يشتغل العمود لمدة ثلاث ساعات ، مولدا تيارا كهربائيا شدته $I = 10mA$.

1) احسب تغير كتلة إلكترود النيكل خلال هذه المدة.

2) احسب تغير تركيز الأيونات Ag^+ في نصف العمود الموافق خلال نفس المدة .

نعطي : $F = 9,65 \times 10^4 C.mol^{-1}$ ، $M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1}$

أجوبة :

1) خلال 3 ساعات كمية الكهرباء التي تعبر الدارة الخارجية للعمود هي : $q = I.t = n.e$

أي عدد الإلكترونات الذي يعبر العمود خلال هذه المدة هو: $n = \frac{I.t}{e} \Leftarrow$

كمية مادة الإلكترونات الموافق هو : $n(e) = \frac{n}{N_A} = \frac{I.t}{N_A.e} = \frac{I.t}{F}$

بجوار الأنود : الأكسدة: $Ni ----> Ni^{2+} + 2e^-$ القطب السالب للعمود.

بجوار الكاتود : الاختزال : $Ag^+ + e^- ----> Ag$ القطب الموجب للعمود.

تكتب معادلة تفاعل الأكسدة –اختزال الحاصل خلال اشتغال العمود كما يلي:

$$2\,Ag^+_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$$

من خلال الأكسدة الانودية : $Ni ----> Ni^{2+} + 2e^-$ يتضح أن كمية مادة Ni تتناقص $\Leftarrow \Delta m(Ni) < 0$

من خلال الاختزال الكاتودي : $Ag^+ + e^- ----> Ag$ يتضح أن كمية مادة Ag^+ تتناقص $\Leftarrow \Delta[Ag^+] < 0$

معادلة التفاعل		$2\,Ag^+_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة				
البدئية	0	$n_o(Ni^{2+})$	$n_o(Ag)$		$n_o(Ni)$	$n_o(Ag^+)$
أثناء التطور	x	$n_o(Ni^{2+})+x$	$n_o(Ag)+2x$		$n_o(Ni)-x$	$n_o(Ag^+)-2x$

من خلال نصف المعادلة: $Ni ----> Ni^{2+} + 2e^-$ لدينا كمية مادة النيكل المتفاعل : $n(Ni) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{I.t}{2.F}$ $\Leftarrow$

ومن خلال جدول التقدم : (كمية مادة النيكل المتفاعل أي المختفي) هي : $x = n(Ni)$

$$x = n(Ni) = \frac{I.t}{2.F}$$

ومن خلال جدول التقدم ، تغير كمية مادة النيكل هي:

$$\Delta n = n_{(Ni)finale} - n_{(Ni)_o} = (n_o - x) - n_o = -x = -\frac{I.t}{2.F}$$

نعلم أن : $n = \frac{m}{M}$ $\Leftarrow$ $m = n.M$

إذن فإن تغير كتلة إلكترود النيكل هو :

$$\Delta m = \Delta n \times M = -\frac{I \times t \times M(Ni)}{2F} = \frac{10\times10^{-3}\times3\times3600\times58,7}{2\times9,65\times10^4} = -32,8\times10^{-3}\,g = -32,8mg$$

(2

بجوار الكاتود : الاختزال : $Ag^+ + e^- ----> Ag$ القطب الموجب للعمود.

كمية مادة أيونات الفضة المتفاعلة (أي المختفية) $n(Ag^+) = n(e^-) = \frac{I.t}{F}$

ومن خلال جدول التقدم : تغير كمية مادة أيونات الفضة بين الحالة البدئية والحالة النهائية هو :

$$\Delta n = n_{(Ni)\,finale} - n_{(Ni)_o} = (n_o - 2x) - n_o = -2x = -\frac{2.I.t}{2.F} = -\frac{I.t}{F}$$

ومنه فإن تغير تركيز الأيونات الفضة هو :

$$\Delta[Ag^+] = \frac{\Delta n}{V} = -\frac{I.t}{F.V} = -\frac{10\times10^{-3}\times3\times3600}{9,65\times10^4\times50\times10^{-3}} = -2,238\times10^{-2} \approx -2,24\times10^{-2}\,mol/L$$

ملحوظة : الإشارة ناقص التي تظهر في تعبير التغير تدل على تناقص كتلة إلكترود النيكل ب : $32,8mg$ وتناقص تركيز ايونات الفضة ب: $2,24\times10^{-2}\,mol/L$ بعد اشتغال العمود لمدة 3 ساعات.

8) التمرين رقم8 ص128 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

نعتبر العمود زنك-نيكل التالي:

$$\ominus\ Zn/Zn^{2+}_{aq()}\ ;;\ Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}\ \oplus$$

نركب بين مربطيه فولطميترا ، فيشير إلى القيمة $U = 0,53V$

1) في أي قطب، ركب المربط " COM" للفولطميتر؟
2) هل التفاعل الذي يحدث عند القطب الموجب أكسدة أو اختزال؟
3) استنتج معادلة التحول التلقائي الذي يحدث في العمود زنك-نيكل.
4)
4-1) ماذا يحدث إذا غمرنا صفيحة من الزنك في محلول يحتوي على أيونات النيكل ؟
4-2) ماذا يحدث إذا غمرنا صفيحة من النيكل في محلول يحتوي على أيونات الزنك ؟

الإجابة:

1) نعلم أنه :

عندما نربط جهاز أميرميتراو فولطميتر بين مربطي العمود .

إذا أشار إلى شدة تيار كهربائي موجبة (أو توتر موجب) فإن مربطه COM مرتبط بالقطب السالب للعمود.

وإذا أشار إلى شدة تيار كهربائي سالبة(أو توتر سالب) فإن مربطه COMمرتبط بالقطب الموجب للعمود.

بما أن الفولطميترا المركب بين مربطي العمود، يشير إلى التوتر: $U = 0,53V$ وهو توتر موجب ، فإن مربطه COM مرتبط بالقطب السالب،أي بالكترود الزنك.

---

2)عند القطب الموجب للعمود يحدث دائما تفاعل الاختزال .(وهو عكس ما يحدث في حالة التحليل الكهربائي).

(3

$$\ominus \quad Zn/Zn^{2+}_{(aq)} \;\;//\;\; Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)} \quad \oplus$$

عند القطب السالب للعمود يحدث تفاعل الاكسدة التالي:

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

وعند قطبه الموجب يحدث تفاعل الإختزال التالي:

$$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$$

وحصيلة التفاعل الذي يحدث خلال اشتغال العمود هو :

$$Zn + Ni^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Ni$$

(4

4-1)توضع النيكل على صفيحة الزنك.(لأن أيونات النيكل مؤكسد أقوى من أيونات الزنك)

4-2) لا يحدث أي تفاعل .

---

9) التمرين رقم9 ص128 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

ننجز عمود الكاديوم –الفضة الذي يحتوي على المزدوجتين $Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}$ و $Cd^{2+}_{(aq)}/Cd_{(aq)}$ وللمحلولين الإلكتروليتين نفس التركيز $0,15mol/L$.

كتلة الجزء المغمور لإلكترود الكاديوم هي $3g$. خلال اشتغال العمود تتناقص كتلة إلكترود الكاديوم ويتوضع فلز الفضة على إلكترود الفضة.

1)اكتب نصف معادلة التفاعل الذي يحدث عند كل إلكترود.واستنتج معادلة التفاعل الذي يحدث داخل العمود.

2) ما قيمة التقدم x للتفاعل ، عند استهلاك الكاديوم المغمور في المحلول بكامله.

3) ما الحجم الأدنى للمحلول الإلكتروليتي الذي يجب استعماله ليستهلك الجزء المغمور من الكاديوم كليا؟

4) احسب كتلة الفضة المتوضعة على الجزء المغمور لإلكترود الفضة.

نعطي : $M(Cd) = 112,4g/mol$ ، $M(Ag) = 108mol$

أجوبة :

1)نعلم أنه خلال اشتغال العمود تتآكل الإلكترود الموجودة عند قطبه لأنها تخضع(للأكسدة الآنودية) وتتناقص كتلتها مع اشتغال العمود.

إذن إلكترود الكاديوم تكون القطب السالب للعمود . ونصف معادلة التفاعل الذي يحصل عند هذا القطب هي :

$$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$$

بينما نصف معادلة التفاعل الذي يحصل عند القطب الموجب للعمود هي :

$$Ag^+ \rightarrow Ag + e^-$$

وحصيلة التفاعل داخل العمود هي :

$$Cd + 2Ag^+ \rightarrow Cd^{2+} + 2Ag$$

---

2)نرسم جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$Cd_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة			
البدئية	0	$n_o(Ag)$	$n_o(Cd^{2+})$		$n_o(Ag^+)$	$n_o(Cd)$
أثناء التطور	x	$n_o(Ag)+2x$	$n_o(Cd^{2+})+x$		$n_o(Ag^+)-2x$	$n_o(Cd)-x$

بما أن الكاديوم سيتفاعل كليا ، فهو متفاعل محد ، ومنه $no(Cd)-x_{max}=0$

$$x_{max}=n_o(Cd)=\frac{m(Cd)}{M(Cd)}=\frac{3g}{112,4g.mol^{-1}}\approx 0,027mol$$

من خلال نصف المعادلة : $Cd \rightarrow Cd^{2+}+2e^-$

$$\frac{n(e^-)}{2}=n(Cd)=\frac{m(Cd)}{M(Cd)} \Leftarrow \begin{cases} n(e^-)=2\dfrac{m(Cd)}{M(Cd)} \\ n(Ag^+)=n(e^-) \end{cases} \Leftarrow n(Ag^+)=2\frac{m(Cd)}{M(Cd)}$$

ومن خلال نصف المعادلة :

لدينا : $Ag^+ \rightarrow Ag+e^-$

$$[Ag^+]=\frac{n(Ag^+)}{V}=2\frac{m(Cd)}{M(Cd)\times V} \Leftarrow V=\frac{2.m(Cd)}{M(Cd)\times c}=\frac{2\times 3}{112,4\times 0,15}\approx 0,36L$$

---

3)من خلال جدول التقدم لدينا : كمية مادة الفضة المتوضعة : $n(Ag)=2x$. وعند الإختفاء الكلي للكاديوم المغمور ، تصبح أي: $n(Ag)=2x_{max}$

$$\frac{m(Ag)}{M(Ag)}=2\times 0,027 \Leftarrow m(Ag)=2\times 0,027\times 108=5,8g$$

---

10) التمرين رقم10 ص128 الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

ننجز عمودا بوصل ، بواسطة قنطرة أيونية ، نصفي عمود.الأول مكون من صفيحة رصاص مغمورة جزئيا في محلول مائي لنترات الرصاص تركيزه : $0,1mol/L$ ، والثاني مكون من سلك فضة مغمور كذلك جزئيا في محلول لنترات الفضة تركيزه : $5\times10^{-2}mol/L$.

يشير الفولطميتر عند تركيبه بين مربطي هذا العمود إلى أن القطب الموجب هو سلك الفضة .حجم كل من المحلولين هو : $V=200mL$.

قيمة ثابتة التوازن للتفاعل الحاصل هي : $K=6,8\times10^{28}$.

1)مثل هذا العمود وأعط تبيانته الاصطلاحية.

2) اكتب نصفي معادلة التفاعل الذي يحصل على مستوى الالكترود ين ، ومعادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الحصيلة للعمود.

3) احسب خارج التفاعل البدئي ، ثم اوجد منحى التطور التلقائي للعمود.

4)1-4: نركب بين مربطي هذا العمود موصلا أوميا ونقيس شدة التيار الذي يمر فيه خلال 1الساعة ، فنجد $I=100mA$.احسب الكهرباء التي يمررها هذا العمود عبر الموصل الأومي خلال هذه المدة .

2-4: حدد تراكيز الأنواع الكيميائية بعد تمام ساعة من اشتغال العمود.

3-4) ما كتلة الفلز المتكونة (أي المتوضعة على الكاتود)؟وما تغير كتلة الفلز المستعمل؟

الاجابة:

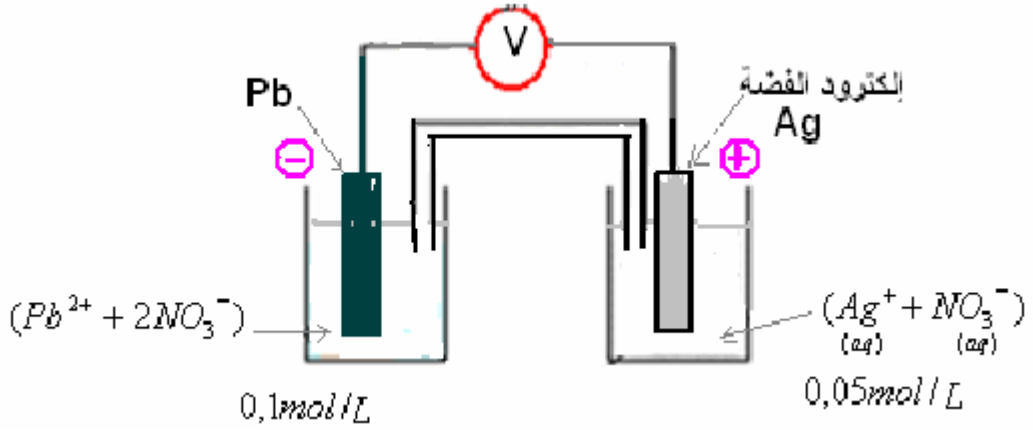
1)تمثيل العمود:

التبيانة الاصطلاحية للعمود:

$$\ominus\ Pb/Pb^{2+}\ //\ Ag^+/Ag\ \oplus$$

---

1)تمثيل العمود:



2)بجوار الآنود :

$$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$$

بجوار الكاتود:

$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$

حصيلة التفاعل الذي يحدث خلال اشتغال العمود :

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

---

3) خارج التفاعل البدئي:

$$Q_{r,i} = \frac{[Pb^{2+}]}{[Ag^+]^2} = \frac{0,1}{0,05^2} = 40 < K \Rightarrow$$

التوازن ينتقل في المنحى المباشر.

$$Pb_{(s)} + 2\,Ag^+_{(aq)} \rightarrow 2\,Ag_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$$

---

4)

4-1) كمية الكهرباء التي يمررها العمود خلال ساعة هي :

$$q = I\Delta t = 100\times10^{-3}\times3600 = 360C$$

4-2) كمية مادة الالكترونات الذي يعبر الدارة الخارجية لعمود خلال مدة t هو : $n(e^-) = \frac{I\Delta t}{F}$.

جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$Pb_{(s)} + 2\,Ag^+_{(aq)} \rightarrow 2\,Ag_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة				
البدئية	0	$n_0(Pb^{2+})$	$n_0(Ag)$		$n_0(Ag^+)$	$n_0(Pb)$
أثناء التطور	x	$n_0(Pb^{2+}) + x$	$n_0(Ag) + 2x$		$n_0(Ag^+) - 2x$	$n_0(Pb) - x$

من خلال نصف المعادلة: $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ **الحاصل بجوار الأنود يتضح أن تركيز ايونات الرصاص يتزايد.**

وكمية مادة أيونات الرصاص المكونة : $n(Pb^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$ **أي :** $n(Pb^{2+}) = \frac{I\Delta t}{2.F}$ **وهي من خلال الجدول تساوي التقدم** x .

أي : $x = \frac{I\Delta t}{2F}$

من خلال نصف المعادلة: $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ الحاصل بجوار الآنود يتضح أن تركيز ايونات الرصاص يتزايد.

وكمية مادة أيونات الرصاص المكونة : $n(Pb^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$ أي : $n(Pb^{2+}) = \frac{I.\Delta t}{2.F}$ وهي من خلال الجدول تساوي التقدم x .

أي : $x = \frac{I.\Delta t}{2F}$

ومن خلال جدول التقدم فإن تركيز ايونات الرصاص بعد مرور ساعة :

$$[Pb^{2+}] = \frac{n(Pb^{2+})}{V} = \frac{n_o(Pb^{2+}) + x}{V} = c + \frac{I.\Delta t}{2F.V} = c + \frac{I.\Delta t}{2F.V} = 0,1mol/L + \frac{100\times10^{-3}\times3600}{2\times9,65\times10^4\times0,2} = 0,109mol/L$$

ومن خلال نصف معادلة التفاعل:

$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$

لدينا كمية مادة أيونات الفضة المتفاعلة : $n(Ag^+) = n(e^-)$

أي: $n(Ag^+) = \frac{I.\Delta t}{F}$ ومن خلال جول التقدم ، فهي تساوي : $2x$.

أي: $x = \frac{I.\Delta t}{2F}$

ومن خلال جدول التقدم فإن تركيز ايونات الفضة بعد مرور ساعة :

$$[Ag^+] = \frac{n(Ag^+)}{V} = \frac{n_o(Ag^+) - 2x}{V} = [Ag^+]_o - \frac{.I.\Delta t}{V.F} = 0,05 - \frac{100\times10^{-3}\times3600}{0,2\times9,65\times10^4} = 0,031mol/L$$

ومن خلال جدول التقدم فإن تركيز ايونات الرصاص بعد مرور ساعة :

$$[Pb^{2+}] = \frac{n(Pb^{2+})}{V} = \frac{n_o(Pb^{2+}) + x}{V} = c + \frac{I.\Delta t}{2F.V} = c + \frac{I.\Delta t}{2F.V} = 0,1mol/L + \frac{100\times10^{-3}\times3600}{2\times9,65\times10^4\times0,2} = 0,109mol/L$$

ومن خلال نصف معادلة التفاعل:

$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$

لدينا كمية مادة أيونات الفضة المتفاعلة : $n(Ag^+) = n(e^-)$

أي: $n(Ag^+) = \frac{I.\Delta t}{F}$ ومن خلال جول التقدم ، فهي تساوي : $2x$.

أي: $x = \frac{I.\Delta t}{2F}$

ومن خلال جدول التقدم فإن تركيز ايونات الفضة بعد مرور ساعة :

$$[Ag^+] = \frac{n(Ag^+)}{V} = \frac{n_o(Ag^+) - 2x}{V} = [Ag^+]_o - \frac{.I.\Delta t}{V.F} = 0,05 - \frac{100\times10^{-3}\times3600}{0,2\times9,65\times10^4} = 0,031mol/L$$

3-4) الفلز المتوضع هو الفضة، وذلك وفق نصف المعادلة التالية : $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

$$m(Ag) = \frac{I.\Delta t.M(Ag)}{F} = \frac{100\times10^{-3}\times3600\times107,9}{9,65\times10^4} = 0,4g \quad <= \quad \frac{m(Ag)}{M(Ag)} = \frac{I.\Delta t}{F} \quad <== \quad n(Ag) = n(e^-) \quad <===$$

إذن كتلة الفضة المتوضعة: $m(Ag) = 0,4g$

خلال اشتغال العمود صفيحة الرصاص تتأكسد (تتآكل) وذلك وفق نصف المعادلة : $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$

11) التمرينين التطبيقيين1- ص120و1ص121-الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء:

نصل بواسطة قنطرة أيونية نصفي العمود التاليين:

$\left[Cu^{2+}\right]=0,05mol/l$ بحيث ، $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$

$\left[Ag^{+}\right]=0,01mol/l$ بحيث ، $Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(s)}$

1)تكتب معادلة تفاعل الأكسدة –اختزال الممكن حدوثه كالتالي:

$$2\,Ag_{(s)}+Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2\,Ag^{+}_{(aq)}+Cu_{(s)}$$

علما أن ثابتة التوازن هذا عند درجة الحرارة $25°C$ تساوي : $K=2,6\times10^{-16}$ ، ما منحى تطور هذه المجموعة؟

2)استنتج التفاعلين الذين يحدثان على مستوى الإلكترودين ، وعين منحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية في العمود.

3)اعط التبيانة الاصطلاحية للعمود.

4)علما أن العمود يولد خلال المدة الزمنية $\Delta t=1,5mn$ ، تيارا شدته : $I=86mA$.

أ) ما كمية الكهرباء المتدخلة خلال هذه المدة؟

ب) احسب تغير كمية مادة أيونات النحاس **II** وتغير كمية مادة أيونات الفضة خلال هذه المدة.

---

1) لنحدد القيمة البدئية لخارج التفاعل:

$$Q_{r,i}=\frac{\left[Ag^{+}\right]_i^2}{\left[Cu^{2+}\right]}=\frac{(0,02)^2}{0,05}=2\times10^{-3}$$

نلاحظ أن: $Q_{r,i}>K$ ، إذن المجموعة ستتطور في المنحى المؤدي إلى تناقص قيمة خارج التفاعل أي في المنحى غير المباشر (2).

$$2\,Ag^{+}_{(aq)}+Cu_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(s)}+Cu^{2+}_{(aq)}$$

---

2) بجوار الأنود : الأكسدة: $Cu ----> Cu^{2+}+2e^{-}$ القطب السالب للعمود.

بجوار الكاتود : الاختزال : $Ag^{+}+e^{-} ----> Ag$ القطب الموجب للعمود.

تنتقل الالكترونات عبر الدارة الخارجية من الكترود النحاس نحو الكترود الفضة ويمر التيار الكهربائي في المنحى المعاكس.

(الكاتيونات لها نفس منحى التيار الكهربائي والانيونات نفس منحى الالكترونات).

---

3) التبيانة الاصطلاحية للعمود:

$$\ominus\ Cu_{(s)}/Cu^{2+}_{(aq)}\ ::\ Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(s)}\ \oplus$$

---

4) كمية الكهرباء المتدخلة خلال المدة الزمنية Δt .

أ) $q=I.\Delta t=86\times10^{-3}\,A\times1,5\times60s=7,74C$

ب)

معادلة التفاعل		$2\,Ag_{(s)}+Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2\,Ag^{+}_{(aq)}+Cu_{(s)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة				
البدئية	0	$n_o(Cu^{2+})$	$n_o(Ag)$		$n_o(Cu)$	$n_o(Ag^{+})$
أثناء التطور	x	$n_o(Cu^{2+})+x$	$n_o(Ag)+2x$		$n_o(Cu)-x$	$n_o(Ag^{+})-2x$

من خلال الأكسدة الانودية : $Cu ----> Cu^{2+}+2e^{-}$ يتضح أن كمية مادة Cu^{2+} تتزايد $\Leftarrow \Delta Cu^{2+}>0$

من خلال الاختزال الكاتودي : $Ag^{+}+e^{-} ----> Ag$ يتضح أن كمية مادة Ag^{+} تتناقص $\Leftarrow \Delta Ag^{+}<0$

من خلال نصف المعادلة الأولى لدينا(كمية مادة النحاس المكون): $n(Cu^{2+})=\frac{n(e^{-})}{2}$

ومن خلال جدول التقدم كمية مادة النحاس المكون: $n(Cu^{2+}) = x \quad \Leftarrow \quad n(e^-) = 2x$

وحسب التعريف لدينا : $n(e^-) = \frac{q}{F} = \frac{I\Delta t}{F}$ إذن: $\frac{I\Delta t}{F} = 2x$ ومنه : $x = \frac{I\Delta t}{2F}$

وبالتالي حسب جدول التقدم :

$$\Delta n(Cu^{2+}) = n_f - n_o = x = \frac{I.\Delta t}{2F} = \frac{7{,}47}{2\times 96500} = 4\times 10^{-5}\, mol$$

$$\Delta n(Ag^+) = n_f - no = -2x = -8\times 10^{-5}\, mol$$