

(1) تمرين رقم 1 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

1-1) التحول الذي يحدث خلال التحليل الكهربائي :

- (أ) تفاعل أكسدة - اختزال تلقائي .
 (ب) تفاعل حمض قاعدة تلقائي .
 (ج) تفاعل أكسدة - اختزال قسري .

2-1) الكاتود خلال التحليل الكهربائي هي الالكترود المرتبطة بالقطب :

- (أ) الموجب للمولد.
 (ب) السالب للمولد.

3-1) خلال التحليل الكهربائي لمحلول :

- (أ) يؤول خارج التفاعل على ثابتة التوازن.
 (ب) يبتعد خارج التفاعل عن ثابتة التوازن.
 (ج) لا يتغير خارج التفاعل.

تصحيح التمرين رقم 1 ص 138

1-1) التحول الذي يحدث خلال التحليل الكهربائي :

- (أ) تفاعل أكسدة - اختزال تلقائي . خطأ
 (ب) تفاعل حمض قاعدة تلقائي . خطأ
 (ج) تفاعل أكسدة - اختزال قسري . صحيح

2-1) الكاتود خلال التحليل الكهربائي هي الالكترود المرتبطة بالقطب :

- (أ) الموجب للمولد. خطأ
 (ب) السالب للمولد. صحيح

3-1) خلال التحليل الكهربائي لمحلول :

- (أ) يؤول خارج التفاعل إلى ثابتة التوازن. خطأ
 (ب) يبتعد خارج التفاعل عن ثابتة التوازن. صحيح
 (ج) لا يتغير خارج التفاعل. خطأ

لأننا نمح الطاقة للمجموعة لكي تبتعد عن حالة توازنها .

(2) تمرين رقم 2 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

ما هي كمية الكهرباء المنقولة في محلل كهربائي إذا كان المولد يمرر فيه تيار كهربائي شدته $I = 0,50A$ خلال المدة $\Delta t = 15min$

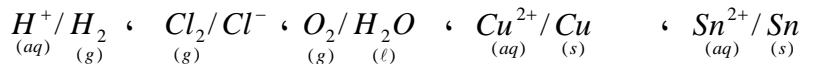
تصحيح التمرين رقم 2 ص 138

$$q = I \cdot \Delta t = 0,50 \times 15 \times 3600 = 27000C$$

(3) تمرين رقم 3 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

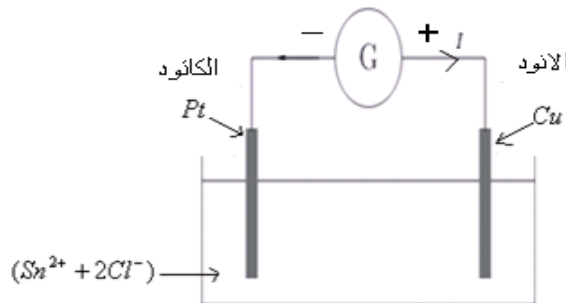
نريد إنجاز توضع القصدير على إلكترود من البلاتين ، باستعمال إلكترود من النحاس ومحلول إلكتروليتي لكلورور القصدير ($Sn^{2+} + 2Cl^{-}$)

- (1) ارسم تبيانة التحليل الكهربائي .
 (2) اكتب معادلة التفاعل الذي تتدخل فيه الفلزات على مستوى الالكترودين.
 (3) اكتب معادلة التحليل الكهربائي.
 (4) ما التحولات الأخرى التي يمكن ملاحظتها عند كل من الأنود والكاتود.
 نعطي المزدوجات مؤكسد مختزل :

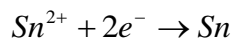


نصحيح تمرين رقم 3 ص 138

(1)



(2) على مستوى الالكترودين التفاعل الذي تتدخل فيه الفلزات هو ذلك الذي يحدث بجوار الكاتود حيث نحصل على توضع القصدير .
 بجوار الكاتود القطب السالب يحدث تفاعل الاختزال التالي :



(3) بجوار الأنود يحدث تفاعل أكسدة الأيونات: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

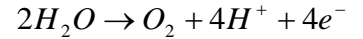
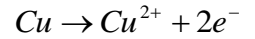


معادلة التحليل الكهربائي :
 (4) التحولات الأخرى التي يمكن ملاحظتها عند كل من الأنود.

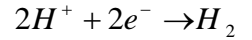
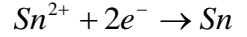
لنقوم بجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول Cu ، H_2O ، Sn^{2+} ، Cl^- و H^+ لأن كلورور القصدير يتم تحضيره بإذابة بلورات $SnCl_2$ في محلول حمض الكلوريدريك.

وهذه الأنواع تنتمي للمزدوجات التالية: $\underline{Sn^{2+}/Sn}$ ، $\underline{Cu^{2+}/Cu}$ ، $\underline{O_2/H_2O}$ ، $\underline{Cl_2/Cl^-}$ ، $\underline{H^+/H_2}$

بجوار الانود يحدث تفاعل الأكسدة : وهو يطرأ على المختزلات . إذن التفاعلات التي يمكن ملاحظتها عند الانود :

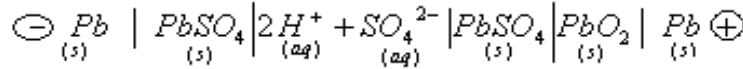


بجوار الكاتود يحدث تفاعل الاختزال : وهو يطرأ على المؤكسدات . إذن التفاعلات التي يمكن ملاحظتها عند الكاتود :



(4) تمرين رقم 4 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

تمثل مركما رصاصيا بالتبينة الاصطلاحية التالية :



يلعب فلز الرصاص القطب الموجب + إلكترود مجمعة للإلكترونات ولا يساهم في التفاعل .

(1) عين المزدوجتين مؤكسد مختزل المتدخلتين في التفاعل .

(2) أكتب معادلتى التفاعل على مستوى الإلكترودين .

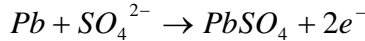
(3) أكتب معادلة التفاعل أثناء تشغيل المرمك .

(4) ما معادلة التفاعل الحاصل أثناء شحن المرمك ؟

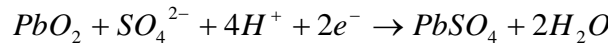
تصحيح التمرين 4 ص 138

(1) المرمك الرصاصي يتكون من المزدوجتين مؤكسد مختزل : $PbO_2/PbSO_4$ و : $PbSO_4/Pb$ اللتان تمكنان من تبادل الإلكترونات على مستوى الإلكترودين مما يؤدي إلى مرور تيار كهربائي . أي أن المرمك الرصاصي يلعب دور العمود .

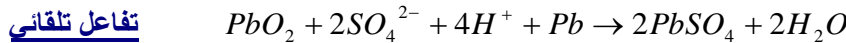
(2) عند القطب السالب الانود : تحدث الأكسدة : التي تطرأ على مختزل المزوجة $PbSO_4/Pb$:



عند القطب الموجب الكاتود يحدث تفاعل الاختزال (الذي يطرأ على مؤكسد المزدوج) $PbO_2/PbSO_4$:



(3) معادلة التفاعل أثناء تشغيل المرمك .



(4) أثناء شحن المرمك نمنح للمجموعة الطاقة بواسطة مولد الشحن لكي تتطور في المنحى المعاكس . و معادلة التفاعل أثناء شحن المرمك

كما يلي : $2PbSO_4 + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + 2SO_4^{2-} + 4H^+ + Pb$ تحول قسري

(5) تمرين رقم 5 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

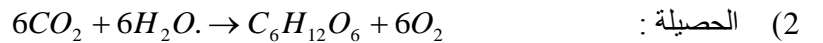
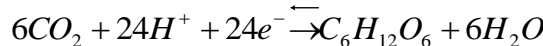
تركب النباتات الكلوروفيلية ، تحت تأثير أشعة الشمس ، المادة العضوية الكربونية (التركيب الضوئي) .

يمكن وصف التركيب الضوئي بتخل المزدوجتين مختزل/مؤكسد التاليتين : $CO_2 / C_6H_{12}O_6$ ، O_2 / H_2O .

(1) اكتب معادلتى الأكسدة - اختزال الموافقة لهاتين المزدوجتين .

(2) استنتج معادلة التركيب الضوئي . ما مصدر الطاقة اللازمة لهذا التفاعل؟

تصحيح التمرين رقم 5 ص 138



المعادلة الكيميائية لعملية التركيب أو البناء الضوئي عملية معقدة تحدث في النباتات و خلايا البكتريا الزرقاء حيث يتم تحويل الطاقة الضوئية الشمسية المرسله على شكل فوتونات أشعة الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في روابط سكر الجلوكوز . ومن أهم نواتج هذه المعادلة هو :

- **الأوكسجين** : وكل جزيئه من CO_2 تدخل في المعادلة يقابلها جزيئه من الأوكسجين O_2 ناتجة عن التفاعل .

- **الغليوكوز** .

(6) تمرين رقم 6 ص 138 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

ننجز في المختبر التحليل الكهربائي لمحلول مشبع لكلورور الصوديوم في أنبوب على شكل U ، باستعمال إلكترودين من الغرافيت .

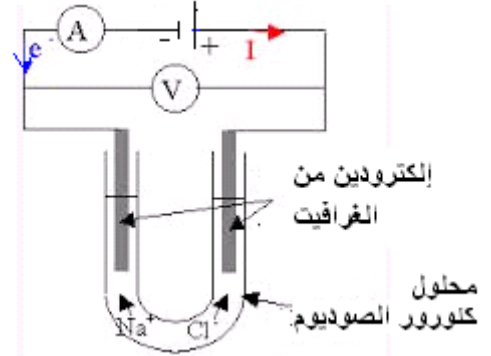
نلاحظ انتشار ثنائي الكلور على مستوى الأنود وانتشار ثنائي الهيدروجين على مستوى الكاثود .
يتكون ثنائي الكلور تلقائياً في وسط قاعدي ، حيث يتكون ماء جافيل وهو محلول يحتوي على فوق الكلوريت ClO^- وأيونات الكلورور Cl^- (aq)

وأيونات الصوديوم Na^+ (aq) .

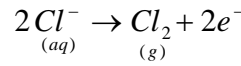
- 1 ارسم تبيانة التركيب مبينا الانود والكاثود ومنحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية .
- 2 اكتب معادلات التفاعل عند الإلكترودين والمعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي.
- 3 اكتب معادلة تكون ماء جافيل علما أن المزدوجتين المتدخلتين هما ClO^- / Cl^- و Cl_2 / Cl^- (g) (aq) (aq) (aq)

تصحيح تمرين رقم 6 ص 138

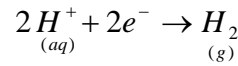
(1)



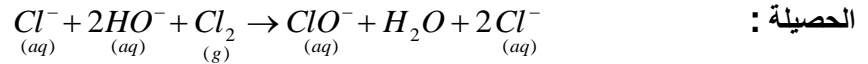
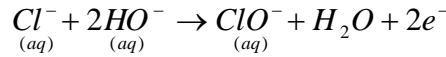
(2) عند الأنود (القطب الموجب) يحدث تفاعل الأكسدة التالي :



عند الكاثود (القطب السالب) يحدث تفاعل الاختزال التالي :



حصيلة التحليل الكهربائي :



(7) تمرين رقم 7 ص 138 و 139 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

- ننجز التحليل الكهربائي لحمض الكبريتيك باستعمال الكترودين من الغرافيت (غير متدخلتين) تحت توتر ثابت $3,5V$.
نلاحظ انطلاق غاز على مستوى كل إلكترود ، لكن بكمية أكبر على مستوى الكاثود .
نحصل هذين الغازين في أنبوب اختبار وننجز الرانزين التاليين :
- ندخل أنبوب الاختبار المحتوي على الغاز المتكون على مستوى الأنود خشبية متوهجة ، فنلاحظ أنها تشتعل .
- نقرب من فوهة أنبوب الغاز المحتوي على الغاز المتكون على مستوى الكاثود خشبية متوهجة ، فنسمع فرقة .
- 1 تعرف من خلال هذين الرانزين على الغازين المتكونين .
 - 2 اكتب معادلة التفاعل عند كل من الإلكترودين.
 - 3 اكتب معادلة تفاعل التحليل الكهربائي.
 - 4 لماذا ينعث هذا التحول بالتحليل الكهربائي؟
 - 5 بين أن حجم الغاز المتكون على مستوى الكاثود ، يكون نظريا ضعف حجم الغاز المتكون على مستوى الأنود.
 - 6 ننجز الآن التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك ، فنلاحظ أن التفاعل الحاصل عند الأنود ليس كسابقه . اكتب المعادلة الحصيلة لهذا التحليل الكهربائي.

تصحيح التمرين رقم 7 ص 138 و 139

(1) H_2 بجوار الكاثود و O_2 بجوار الأنود.

(2) بجوار الكاثود : اختزال : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

بجوار الأنود: أكسدة : $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

(3) معادلة تفاعل التحليل الكهربائي : $2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$

(4) ينعث هذا التحول بالتحليل الكهربائي لأنه خلاله يتحلل الماء إلى مكوناته أي هيدروجين وأوكسجين.

(5) من خلال جدول تقدم التفاعل :

بوفرة ح .بديعة ح .التحول ح .النهائية

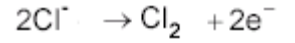
$2H_2O$ (l)	\rightarrow	O_2 (g)	+	$2H_2$ (g)	معادلة التفاعل
بوفرة		0		0	ح. بدئية
بوفرة		x		2x	ح. التحول
بوفرة		x_{max}		$2x_{max}$	ح. النهائية

من خلال جدول تقدم التفاعل: $x = n(O_2)$ و: $x = \frac{n(H_2)}{2}$ إذن: $\frac{n(H_2)}{2} = n(O_2)$

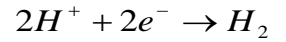
أي $\frac{V(H_2)}{2V_M} = \frac{V(O_2)}{V_M}$ ومنه: $V(O_2) = \frac{V(H_2)}{2}$ أي: $V(H_2) = 2V(O_2)$ إذن

حجم الغاز المتكون على مستوى الكاثود أي الهيدروجين هو ضعف حجم الغاز المتكون على مستوى الأنود أي الأوكسجين. (6)

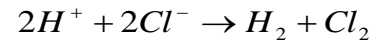
بجوار الأنود



بجوار الكاثود:

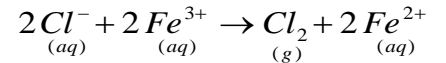


المعادلة الحصيلة لهذا التحليل الكهربائي



(8) تمرين رقم 8 ص 139 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الحديد III. ($Fe^{3+} + 3Cl^-$) المحمض. خلال 25 دقيقة بواسطة تيار كهربائي شدته I ثابتة. معادلة تفاعل هذا التحليل الكهربائي هي:



(1) اكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.

(2) علما أن حجم ثنائي الكلور المتكون هو $V = 62mL$ ، احسب شدة التيار I .

نعطي: $V_M = 25 L.mol^{-1}$ ، $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$.

تمرين رقم 8 ص 139

(1) بجوار الأنود يحدث تفاعل أكسدة الأيونات Cl^- : $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

بجوار الكاثود يحدث تفاعل اختزال الأيونات Fe^{3+} : $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+} + e^-$

(2) جدول تقدم التفاعل:

$2Cl^- + 2Fe^{3+} \rightarrow Cl_2 + 2Fe^{2+}$				م. التفاعل
(aq) (aq) (g) (aq)				
كميات المادة بالمول				
$n_o(Cl^-)$	$n_o(Fe^{3+})$	0	0	الحالة البدئية
$n_o(Cl^-) - 2x$	$n_o(Fe^{3+}) - 2x$	x	2x	ح. التحول
$n_o(Cl^-) - 2x_f$	$n_o(Fe^{3+}) - 2x_f$	x_f	$2x_f$	الحالة النهائية

من خلال نصف المعادلة: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ لدينا: كمية مادة الكلور الناتج: $n(Cl_2) = \frac{n(e^-)}{2}$

ومن خلال جدول تقدم التفاعل كمية مادة الكلور الناتج خلال التحول: $n(Cl_2) = 2x$ (1)

ومنه: $\frac{n(e^-)}{2} = 2x$ أي: $x = \frac{n(e^-)}{4}$ مع: $n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$ وبالتالي: $x = \frac{I \cdot \Delta t}{4 \cdot F}$

نعلم أن: $n(Cl_2) = \frac{V_{(Cl_2)}}{V_M}$ بالتعويض في (1) نجد: $\frac{V_{(Cl_2)}}{V_M} = 2 \times \frac{I \cdot \Delta t}{4 \cdot F}$

$$I = \frac{62.10^{-3} \times 2 \times 9,65 \times 10^4}{25 \times 60 \times 25} \approx 0,32 A$$

(9) تمرين رقم 9 ص 139 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$) باستعمال الكترودين من الغرافيت لا تساهم أيونات النترات NO_3^- في

التفاعل في حين تساهم فيه المزدوجتان: O_2/H_2O و Ag^+/Ag

عند الأنود يتأكسد الماء وعند الكاثود يتكون فلزي.

يستغرق التحليل الكهربائي مدة: $\Delta t = 15mn$

شدة التيار الكهربائي ثابتة $I = 500mA$

(1-1) اكتب معادلة التفاعل عند الأنود.

(2-1) ماذا يحدث خلال هذه التجربة ؟

(1-2) ما النوع الكيميائي الذي يتكون عند الكاثود؟

(2-2) اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند الكاثود.

(3) استنتج المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي.

(4) احسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال $15mn$.

(5) احسب كميتي الفضة والأكسجين المتكونتين .

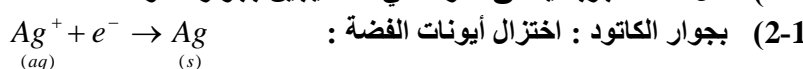
(6) استنتج كتلة الفضة وحجم ثنائي الأكسجين المتكونين .

نعطي: $V_M = 25L.mol^{-1}$ ، $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ ، $n(O_2) = 1,16m.mol$ ، $M(Ag) = 108g/mol$

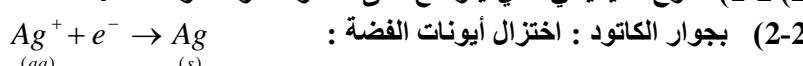
تصحيح تمرين رقم 9 ص 139



(2-1) خلال هذه التجربة ينطلق غاز ثنائي الأكسجين بجوار الأنود .



(1-2) النوع الكيميائي الذي يتوضع على الكاثود هو فلز الفضة.



(4) كمية الكهرباء Q الممررة خلال $15mn$ هي : $Q = I.\Delta t = 500.10^{-3} \times 15 \times 60 = 450 C$

(5) جدول تقدم التفاعل :

$2H_2O + 4Ag^+ \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4Ag$					م. التفاعل
(l)	(aq)	(g)	(aq)	(s)	
كميات المادة بالمول					
بوفرة	$n_o(Ag^+)$	0	0	0	الحالة البدئية
بوفرة	$n_o(Ag^+) - 4x$	x	$4x$	$4x$	ح. التحول
بوفرة	$n_o(Ag^+) - 4x_f$	x_f	$4x_f$	$4x_f$	الحالة النهائية

من خلال نصف المعادلة : $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ كمية مادة ايونات الفضة المتفاعلة : $n(Ag^+) = n(e^-)$

ومن خلال جدول تقدم التفاعل ، كمية مادة ايونات الفضة المتفاعلة خلال التحول : $n(Ag^+) = 4x$ إذن : $4x = n(e^-)$ أي : $x = \frac{n(e^-)}{4}$

ولدينا : $n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$ إذن : $x = \frac{I.\Delta t}{4.F}$

كمية مادة الفضة الكونة : $n(Ag) = 4x = \frac{I.\Delta t}{F} = \frac{500.10^{-3} \times 15 \times 60}{96500} = 4,66.10^{-3} mol$

كمية مادة ثنائي الأكسجين المكون : $n(O_2) = x = \frac{I.\Delta t}{4.F} = \frac{500.10^{-3} \times 15 \times 60}{4 \times 96500} = 1,16.10^{-3} mol$

(6) كتلة الفضة : $m = n.M = 4,66.10^{-3} \times 108 = 0,5g$

حجم ثنائي الأكسجين المكون : $V(O_2) = V_M \times n(o_2) = 25.1,16.10^{-3} = 0,029 L = 29cm^3$

(10) تمرين رقم 10 ص 139 من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

الحديد الأبيض هو فولاذ مغشى بالقصدير ، يستعمل لصناعة علب بعض المصبرات ، ويتم الحصول عليه بواسطة التحليل الكهربائي لإلكتروليت

يحتوي على أيونات القصدير Sn^{2+} (aq) .

يكون سمك توضع القصدير في أحدث العلب $0,090mm$ وكتلته $0,50g$ في المتر مربع من الفولاذ .

نريد تغطية سطحي علبة أسطوانية الشكل شعاعها $R = 4,0cm$ وارتفاعها $h = 8,0cm$.

شدة تيار التحليل الكهربائي : $I = 6,0A$.

تستعمل العلبة كالكترود ، أما الالكترود الآخر ، فهو عبارة عن قضيب من القصدير .

(1) هل يجب أن تلعب العلبة دور الأنود أو الكاثود؟

(2) اكتب معادلتى التفاعل عند كل من الالكترودين .

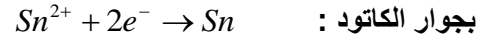
(3) بين أن المساحة التي ستغشى بالقصدير هي : $6,0.10^2 cm^2$.

(4) حدد كتلة القصدير المتوضع.
(5) حدد المدة اللازمة لهذه العملية .

نعطي : $M(Sn) = 118,7 \text{ g/mol}$ ، ، $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

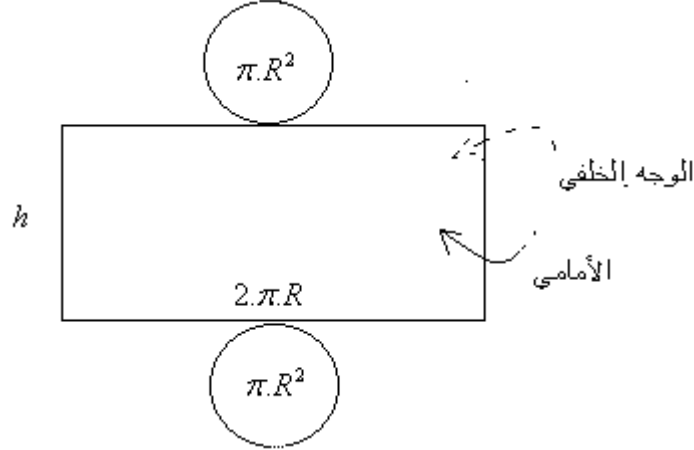
تصحيح التمرين رقم 10 ص 139

(1) يجب أن تلعب العلية دور الكاتود بينما الأنود يجب أن تكون من فلز القصدير أي يتلق الأمر هنا بالتحليل الكهربائي بالانوار القابلة للذوبان.
(2) معادلتى التفاعل عند كل من الألكترودين.



(3) لنبين أن المساحة التي ستغطي بالقصدير هي : $6,0 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$.
من خلال شكل الاسطوانة مفتوحة:

$$S_1 = 2\pi.R^2 + 2.\pi.R.h \quad \text{مساحة الوجه الأمامي}$$



لكن الطلاء يتم على الوجهين الأمامي والخلفي : أي المساحة المطلية بالقصدير هي : $S = 2S_1 = 4\pi.R^2 + 4.\pi.R.h = 4\pi.R(R+h)$:

$$S = 4\pi \times 4(4+8) = 603 \text{ cm}^2 \approx 6,0 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \quad \text{ت.ع.}$$

(4) لنحدد كتلة القصدير المتوضع. مساحة المتوضع : $6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

بما أن كتلة القصدير المتوضع على وحدة المساحة تساوي : $0,5 \text{ g/m}^2$ فإن الكتلة الكلية للقصدير المتوضع على العلية :

$$m = 0,5 \text{ g/m}^2 \times 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 0,03 \text{ g}$$

(5) المدة اللازمة لهذه العملية .

من نصف المعادلة : $\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$ يتضح أن :

$$\Delta t = \frac{m(Sn).2.F}{I.M(Sn)} = \frac{0,03 \times 2 \times 9,65 \cdot 10^4}{6 \times 118,7} \approx 8 \text{ s} \quad \text{ومنه} \quad \frac{m(Sn)}{M(Sn)} = \frac{I.\Delta t}{2.F} \Leftarrow n(Sn) = \frac{n(e^-)}{2}$$

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc

Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

ونسأل الله لكم العون والتوفيق .