هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

حلول تمارين السلسلة

التمرين ①⓪

1- معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود

• عند الكاثود(الإلكترود السالب) يتوضع الزنك نتيجة اختزال أيونات الزنك حسب المعادلة:

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

• عند الأنود يتكون اليود نتيجة أكسدة أيونات اليودور حسب المعادلة:

$$2I^-_{(aq)} \rightleftarrows I_{2(g)} + 2e^-$$

2- المعادلة الحصيلة

نجمع نصفي المعادلة:

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

3.1- كمية مادة اليود الناتج

ننشئ الجدول الوصفي لتفاعل الأكسدة.

معادلة التفاعل	$2I^-_{(aq)}$	$\rightleftarrows I_{2(g)}$	$+ 2e^-$	كمية المادة بالمول للإلكترونات المتنقلة
كميات المادة بالمول في الحالة البدئية	$n_i(I^-)$	0	-	0
كميات المادة بالمول في الحالة النهائية	$n_i(I^-) - 2x_f$	x_f	-	$2x_f$

من الجدول نستنتج: $n(e^-) = 2x_f$ ← $x_f = \dfrac{n(e^-)}{2}$

من جهة أخرى، كمية المادة للإلكترونات المتنقلة تحقق العلاقة التالية: $n(e^-) = \dfrac{Q}{F} = \dfrac{I \cdot \Delta t}{F}$

و بالتالي، التقدم النهائي هو: $x_f = \dfrac{I \cdot \Delta t}{2F}$

و حسب الجدول: $n_f(I_2) = x_f$

نستنتج كمية المادة لليود الناتج: $n_f(I_2) = \dfrac{I \cdot \Delta t}{2F}$

ت.ع $n_f(I_2) = \dfrac{0,30 \times 2 \times 3\ 600}{2 \times 96\ 500}$ ← $n_f(I_2) = 1,1.10^{-2}\ mol$

3.2- كتلة الزنك المتوضع

تبين المعادلة الحصيلة أن للناتجين نفس المعامل التناسبي، إذن كمية مادة الزنك الناتجة هي:

$$n_f(Zn) = n_f(I_2) = x_f$$

نستنتج كتلة الزنك المتوضع: $m(Zn) = \dfrac{I \cdot \Delta t}{2F} \cdot M(Zn)$

ت.ع $m(Zn) = \dfrac{0,30 \times 2 \times 3\ 600}{2 \times 96\ 500} \times 65,4$ ← $m(Zn) = 0,73\ g$

التمرين ②⓪

1- معادلات التفاعلات الممكن حدوثها

• جرد الأنواع الكيميائية:

	في الإلكترودين	في المحلول
الذرات	$Al_{(s)}$ (الكاثود) ، $Pb_{(s)}$ (الأنود)	
الكاتيونات		$Cd^{2+}_{(aq)}$ ، $H^+_{(aq)}$
الأنيونات		$SO^{2-}_{4(aq)}$
الجزيئات		$H_2O_{(l)}$ (المذيب)

• معادلات التفاعلات عند الأنود:

على مستوى الأنود تحدث أكسدة، و تفاعلات الأكسدة المحتملة هي:

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

$$2SO^{2-}_{4(aq)} \rightleftarrows S_2O^{2-}_{8(aq)} + 2e^-$$

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

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

• معادلات التفاعلات عند الكاتود:
على مستوى الكاتود يحدث اختزال، و تفاعلات الاختزال المحتملة هي:

$$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cd_{(s)}$$

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)}$$

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

☜تنبيه: يرجى مراجعة التذكير الخاص بكتابة نصف معادلة أكسدة أو اختزال في الدرس الأول من المجزوءة الأولى.

2.1- نواتج التحليل الكهربائي

• على الكاتود: التوضع الفلزي هو لفلز الكادميوم،
• على الأنود: الغاز المتصاعد هو غاز الأكسجين.

2.2- المعادلة الحصيلة للتفاعل

• معادلة الاختزال الكاتودي: $Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cd_{(s)}$

• معادلة الأكسدة الأنودية: $2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^-$

3- كتلة الفلز المتوضع

يتعلق الأمر بفلز الكادميوم. ننشئ إذن جدول التقدم لتفاعل الاختزال الكاتودي:

معادلة التفاعل	$Cd^{2+}_{(aq)}$	+ $2e^-$ ⇄	$Cd_{(s)}$	كمية المادة بالمول للإلكترونات المتنقلة
كميات المادة بالمول في الحالة البدئية	$n_i(Cd^{2+})$	-	0	0
كميات المادة بالمول في الحالة النهائية	$n_i(Cd^{2+}) - x_f$	-	x_f	$2x_f$

من الجدول نستنتج: $n(e^-) = 2x_f \quad \leftarrow \quad x_f = \frac{n(e^-)}{2}$

من جهة أخرى، كمية المادة للإلكترونات المتنقلة تحقق العلاقة التالية: $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$

و بالتالي، التقدم النهائي هو: $x_f = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$

و حسب الجدول: $n_f(Cd) = x_f$

نستنتج كمية المادة للكادميوم المتوضع: $n_f(Cd) = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$

و بالتالي كتلته: $m(Cd) = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \cdot M(Cd)$

ت.ع. $m(Cd) = \frac{25,0 \times 10^3 \times 12 \times 3\ 600}{2 \times 96\ 500} \times 112,4 \quad \leftarrow \quad m(Cd) = 6,29 \cdot 10^5\ g = 629\ kg$

⌧ التمرين ③⓪

1- • جرد الأنواع الكيميائية:
إلكترودا الغرافيت لا يتدخلان في هذا التحليل، نكتفي بجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول. و هي:

$H^+_{(aq)}$ و $SO^{2-}_{4(aq)}$ و $H_2O_{(l)}$

• التفاعلات المحتملة:

- على مستوى الأنود تحدث أكسدة، و تفاعلات الأكسدة المحتملة هي:

$$2SO^{2-}_{4(aq)} \rightleftarrows S_2O^{2-}_{8(aq)} + 2e^-$$

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

- على مستوى الكاتود يحدث اختزال، و تفاعلات الاختزال المحتملة هي:

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)}$$

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

2- منحى تنقل حملة الشحنة

• في الدارة الكهربائية: تتنقل الإلكترونات من القطب السالب للمولد إلى الكاتود، و من الأنود إلى قطبه الموجب.
• في المحلول الإلكتروليتي: تتنقل الأيونات $H^+_{(aq)}$ من الأنود إلى الكاتود، في منحى التيار. بينما تتحرك الأيونات $SO^{2-}_{4(aq)}$ من الكاتود إلى الأنود، في منحى تنقل الإلكترونات.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

3- معادلة التفاعل

• على مستوى الأنود ينطلق غاز الأكسجين نتيجة أكسدة جزيئات الماء حسب المعادلة:

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^- \quad (\times 1)$$

• على مستوى الكاتود ينطلق غاز الهيدروجين نتيجة اختزال الأيونات $H^+_{(aq)}$ حسب المعادلة:

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)} \quad (\times 2)$$

نستنتج المعادلة الحصيلة:

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$$

4- حجم الغازين

ننشئ الجدول الوصفي لتفاعل الأكسدة مثلا.

معادلة التفاعل	$2H_2O_{(l)}$	$\rightleftarrows$	$O_{2(g)}$	+	$4H^+$	+	$4e^-$	كمية المادة بالمول للإلكترونات المتنقلة
كميات المادة بالمول في الحالة البدئية	وافرة		0		وافرة		-	0
كميات المادة بالمول في الحالة النهائية	وافرة		x_f		وافرة		-	$4x_f$

من الجدول نستنتج كمية المادة للإلكترونات المتنقلة: $n(e^-) = 4x_f$

من جهة أخرى، كمية المادة للإلكترونات المتنقلة تحقق العلاقة التالية: $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$

و بالتالي، التقدم النهائي هو: $x_f = \frac{I \cdot \Delta t}{4F}$

• حجم غاز الأكسجين:

حسب الجدول كمية المادة لغاز الأكسجين الناتج هي: $n_f(O_2) = x_f$

نستنتج حجمه: $V(O_2) = x_f \cdot V_m \leftarrow V(O_2) = \frac{I \cdot \Delta t}{4F} \cdot V_m$

ت.ع. $V(O_2) = \frac{0,4 \times 13 \times 60}{4 \times 96\ 500} \times 24 \leftarrow V(O_2) = 1,94.10^{-2}\ l = 19,4\ ml$

• حجم غاز الهيدروجين:

من خلال المعادلة الحصيلة، يتبين أن حجم غاز الهيدروجين يساوي ضعف حجم غاز الأكسجين. و بالتالي:

$$V(H_2) = 38,8\ ml$$

التمرين ④⓪

1- كاتود أم أنود؟

يتوضع فلز القصدير حسب تفاعل اختزال، معادلته: $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Sn_{(s)}$

و الاختزال يقع بجوار الكاتود. نستنتج أنه يجب أن تكون صفيحة الفولاذ كاتودا.

2- معادلة التفاعل

• على مستوى الأنود ينطلق غاز الأكسجين نتيجة أكسدة جزيئات الماء حسب المعادلة:

$$2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^- \quad (\times 1)$$

• على مستوى الكاتود: $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Sn_{(s)} \quad (\times 2)$

نستنتج المعادلة الحصيلة:

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

3- كتلة القصدير المتوضع

ننشئ جدول التقدم لتفاعل الاختزال الكاتودي:

معادلة التفاعل	$Sn^{2+}_{(aq)}$	+	$2e^-$	$\rightleftarrows$	$Sn_{(s)}$	كمية المادة بالمول للإلكترونات المتنقلة
كميات المادة بالمول في الحالة البدئية	$n_i(Sn^{2+})$		-		0	0
كميات المادة بالمول في الحالة النهائية	$n_i(Sn^{2+}) - x_f$		-		x_f	$2x_f$

من الجدول نستنتج تقدم التفاعل: $n(e^-) = 2x_f \leftarrow x_f = \frac{n(e^-)}{2}$

كمية المادة للإلكترونات المتنقلة تحقق أيضا العلاقة التالية: $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

و بالتالي، التقدم النهائي هو: $x_f = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$

و حسب الجدول كمية المادة للقصدير المتوضع هي: $n_f(Sn) = x_f$

نستنتج: $n_f(Sn) = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$

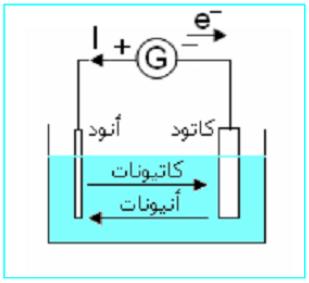
و بالتالي كتلته: $m(Sn) = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \cdot M(Sn)$

ت.ع. $m(Cd) = \frac{5 \times 10 \times 60}{2 \times 96\ 500} \times 118,7$ ← $m(Cd) = 1,845\ g$

التمرين ⑤⓪

الجزء 1

-1



-2 التحليل الكهربائي عبارة عن تفاعل أكسدة- اختزال قسري لأنه يحتاج إلى طاقة على شكل طاقة كهربائية.

-3 • عند الأنود: أكسدة فلز النحاس حسب المعادلة $Cu_{(s)} \rightleftarrows Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

• عند الكاتود: اختزال أيونات النحاس حسب المعادلة $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}$

-4 المعادلة الحصيلة للتفاعل هي: $Cu_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows Cu_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

-5 عندما يتم اختزال أيون $Cu^{2+}_{(aq)}$ عند الكاتود، يتكون أيون $Cu^{2+}_{(aq)}$ بالأكسدة عند الأنود، و بالتالي تركيز أيونات النحاس يبقى ثابتا في المحلول الإلكتروليتي.

-6 عند pH>5 يتكون الراسب $Cu(OH)_2$، لذلك ينبغي أن يكون pH الوسط أصغر من5: و هذا هو دور حمض الكبريتيك.

الجزء 2

-1 على صفيحة الفولاذ يجب أن يتوضع فلز النحاس باختزال أيونات النحاس، إذن صفيحة الفولاذ تلعب دور الكاتود.

-2 كمية الكهرباء هي: $Q = I \cdot \Delta t$

-3 تعبير كمية الكهرباء هو: $Q = n(e^-) \cdot N_A \cdot e$

-4 باعتبار معادلة الاختزال $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}$ لدينا العلاقة: $n(Cu) = \frac{n(e^-)}{2}$

-5 كمية مادة النحاس المتوضع هي: $n(Cu) = \frac{I \cdot \Delta t}{2N_A \cdot e}$

و بالتالي كتلته هي: $m(Cu) = \frac{I \cdot \Delta t}{2N_A \cdot e} \cdot M(Cu)$

ت.ع. $m(Cu) = \frac{0,4 \times 30 \times 60}{2 \times 6,02.10^{23} \times 1,60.10^{-19}} \times 63,5$

← $m(Cu) = 2,37.10^{-1}\ g$

-6 في الحقيقة توجد بجوار الكاتود أنواع كيميائية أخرى قابلة للاختزال كجزيئات الماء، و أيونات الأكسونيوم $H_3O^+_{(aq)}$ تنافس اختزال أيونات النحاس. و لذلك تكون كتلة النحاس المتوضع أصغر من نقصان كتلة الأنود.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma