التطور التلقائي لمجموعة كيميائية
أنشطة وتمارين

تمرين تطبيقي 1

لدينا محلول مائي حجمه V يحتوي على ثنائي اليود $I_2(aq)$ وأيونات اليودور $I^-(aq)$ وأيونات ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}(aq)$ وأيونات رباعي ثيونات $S_4O_6^{2-}(aq)$.

يمكن أن تكون هذه المجموعة مقرا لتفاعل كيميائي معادلته هي :

$$I_2(aq)+2S_2O_3^{2-}(aq)\rightleftarrows 2I^-(aq)+S_4O_6^{2-}(aq)$$

التراكيز البدئية للأنواع الكيمائية الموجودة في هذه المجموعة :

$$[I_2]_0=0,20mol/\ell \qquad [S_2O_3^{2-}]_0=0,30mol/\ell$$

$$[I^-]_0=0,50mol/\ell \qquad [S_4O_6^{2-}]_0=0,020mol/\ell$$

1 ـ أعط تعبير خارج التفاعل المقرون بالمعادلة التفاعل الكيميائي .

2 ـ أحسب قيمته

2 ـ 1 في الحالة البدئية

2 ـ 2 عند اللحظة t حيث $[I_2]_t=0,15mol/\ell$

تمرين تطبيقي 2: تحديد منحى تطور مجموعة

تتفاعل المزدوجتان $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ و $HCOOH(aq)/HCOO^-(aq)$ في الماء حسب المعادلة الكيميائية التالية :

$$CH_3COO^-(aq)+HCOOH(aq)\rightleftarrows CH_3COOH(aq)+HCOO^-(aq)$$

$$K_{A1}(HCOOH/HCOO^-)=1,6.10^{-4}$$

$$K_{A2}(CH_3COOH/CH_3COO^-)=1,6.10^{-5}$$

قيمة ثابتة التوازن المقرونة بهذا المعادلة الكيميائية عند 25°C هي $K=\frac{K_{A1}}{K_{A2}}=10$

نمزج في ثلاث كؤوس A و B و C محلول حمض الإيثانويك ومحلول إيثانوات الصوديوم ومحلول حمض الميثانويك ومحلول ميثانوات الصوديوم لها التركيز نفسه $C=1,0.10^{-1}mol/\ell$ وذلك حسب الحجوم المبينة في الجدول التالي :

	الكأس	A	B	C
محلول حمض الميثانويك	$V_1(m\ell)$	10,0	5,0	1,0
محلول ميثانوات الصوديوم	$V_2(m\ell)$	10.0	10,0	1,0
محلول حمض الإيثانويك	$V_3(m\ell)$	10,0	20,0	10,0
محلول لإيثانوات الصوديوم	$V_4(m\ell)$	10,0	1,0	1,0
	pH الخليط عند التوازن	4,2	3,7	3,8
	$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$			
	$\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$			

			$Q_{r,i}$	
			$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$	
			$\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$	
			$Q_{r,eq}$	

استثمار :

1 ـ أحسب في الحالة البدئية قيمتي النسبتين $\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$ و $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ واستنتج قيم $Q_{r,i}$.

نعتبر أن حجم الخليط بالنسبة لكل مجموعة هو : $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

2 ـ عبر ، عند التوازن ، عن النسبتين $\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$ و $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$

بدلالة $[H_3O^+]$ و K_A . أحسب هاتين النسبتين

3 ـ استنتج قيمة خارج التفاعل في الحالة النهائية .

4 ـ ماذا يمكن أن نستنتج من مقارنة قيمة $Q_{r,i}$ مع ثابتة التوازن K بخصوص تطور المجموعة ؟

تمرين 3

نعتبر مجموعة كيميائية تتكون من الزنك Zn والألومينيوم $A\ell$ ، وأيونات الزنك Zn^{2+} بتركيز $C = 0,15 mol/\ell$ وأيونات الألومينيوم $A\ell^{3+}$ بتركيز $C' = 2.10^{-3} mol/\ell$.

يمكن أن يحدث تفاعل أكسدة واختزال معادلته :

$$2A\ell(s) + 3Zn^{2+}(aq) \rightleftarrows 2A\ell^{3+}(aq) + 3Zn(s)$$

ثابتة التوازن لهذا التفاعل $K = 4.10^{93}$.

1 ـ أعط تعبير خارج التفاعل الموافق للمعادلة .

2 ـ كيف ستتطور المجموعة تلقائيا ؟ علل جوابك

3 ـ نفس السؤال في حالة $C = 2.10^{-8} mol/\ell$ و $C' = 1,0 mol/\ell$

تمرين 4

لتكن المجموعة الكيميائية التالية ، المحصلة بمزج :

ـ $V_1 = 15,0 m\ell$ من محلول يحتوي على أيونات الفورميات $HCOO^-(aq)$ تركيزه $C_1 = 0,15 mol/\ell$

ـ $V_2 = 15,0 m\ell$ من محلول حمض النتروز HNO_2 تركيزه $C_2 = 0,20 mol/\ell$

ـ $V_3 = 10,0 m\ell$ من محلول حمض الفورميك $HCOOH$ تركيزه $C_3 = 0,10 mol/\ell$

ـ $V_4 = 10,0 m\ell$ من محلول يحتوي على أيونات النتريت NO_2^- تركيزها $C_4 = 0,10 mol/\ell$

نعتبر معادلة التفاعل حمض ـ قاعدة التالية :

$$HCOO^-(aq) + HNO_2(aq) \rightleftarrows HCOOH(aq) + NO_2^-(aq)$$

1 ـ حدد التراكيز البدئية للأنواع المتواجدة في الخليط قبل بداية التطور .

2 ـ أعط تعبير الحرفي لخارج التفاعل . أحسب قيمته :

2 ـ 1 في الحالة البدئية

2 ـ 2 أثناء التطور عندما يصبح $[HCOO^-] = 0,020 mol/\ell$

2 ـ 3 في أي منحى تتطور المجموعة ؟

تمرين 5

يستعمل حمض الكلوريدريك في المسابيح لضبط ال pH ، أما تحت كلوريت الصوديوم فهو يستعمل كمظهر .

تتم باستمرار مراقبة pH ماء المسبح بواسطة مجس ويتم ضبطه أوتوماتيكيا بضخ المنتوج المصحح ، بحيث يبقى pH في مستواه العادي $(7,2-7,6)$.

1 ـ خلال مراقبة ال pH قاس المجس القيمة $pH=8,5$ ، تؤدي هذه القيمة إلى التهاب العين .

عين في هذه الحالة النوع المهيمن بالنسبة للمزدوجة $HC\ell O / C\ell O^-$.

2 ـ أحسب الخارج $\frac{[C\ell O^-]_i}{[HC\ell O]_i}$ لحظة هذه المراقبة .

3 ـ لإرجاع pH إلى قيمته العادية تم ضخ $0,10mol$ من حمض الكلوريدريك في ماء المسبح . معادلة التفاعل الحاصل هي :

$$C\ell O^-(aq)+H_3O^+(aq) \rightleftarrows HC\ell O(aq)+H_2O(\ell)$$

أحسب ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل .

4 ـ الحالة البدئية للمجموعة هي كالتالي :

ـ حجم ماء المسبح $V=1,0.10^5\ell$،

ـ يحتوي ماء المسبح على 0,10mol من أيونات الأوكسونيوم H_3O^+

ـ الخارج $\frac{[C\ell O^-]_i}{[HC\ell O]_i}$ هو الذي تم حسابه في السؤال ـ 2 ـ

4 ـ 1 أحسب خارج التفاعل في الحالة البدئية

4 ـ 2 حدد منحى تطور المجموعة بتطبيق معيار التطور التلقائي .

4 ـ 3 بين أن pH ماء المسبح يتناقص .

التحولات التلقائية في الأعمدة والتحولات القسرية لمجموعة كيميائية

التمارين

تمرين 1

نضع في كأس حجما V_1 من محلول كبريتات النحاس II ونغمر فيه صفيحة من النحاس ونضع في كأس آخر حجما V_2 من محلول نترات الرصاص ونغمر فيه صفيحة من الرصاص . نصل المحلولين بقنطرة ملحية لنترات الأمونيوم $(NH_4^+(aq)+NO_3^-(aq))$.

1 ـ أرسم تبيانة العمود ،

2 ـ نصل إلكترود الرصاص بالمربط com وإلكترود النحاس بالمربط الآخر لفولطمتر ، فيشير هذا الأخير إلى القيمة $U=+0,48V$. حدد قطبية العمود وقوته الكهرمحركة .

3 ـ استنتج التفاعل الذي يحدث بجوار كل إلكترود أثناء اشتغال العمود .

4 ـ أكتب معادلة الأكسدة ـ اختزال المقرونة بالتحو

معطيات : المزدوجتان المتفاعلتان : $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$, $Pb^{2+}(aq)/Pb(s)$

تمرين 2

نكون عمود حديد/ قصدير حيث المزدوجتان المتفاعلتان هما : $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$, $Sn^{2+}(aq)/Sn(s)$ ، كل نصف عمود يحتوي على حجم $V=200m\ell$ من المحلول الأيوني تركيزه يساوي : $C=5,0.10^2 mol/\ell$ وإلكترود كتلتها $m=10g$ نصل إلكترود الحديد بإلكترود القصدير بواسطة أمبيرمتر A وموصل أومي مقاومته R ، فيمر فيه تيار كهربائي شدته $I=30mA$ لمدة $\Delta t=20h$.

معطيات : الكتل المولية : $M(Fe)=55,8g/mol$ ، $M(Sn)=118,7g/mol$

الشحنة الابتدائية : $e=1,6.10^{-19}C$ ،

ثابتة أفوكادرو $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$

1

العمود ، علما أن الحديد يتأكسد خلال اشتغال العمود .

2 ـ أعط التمثيل الاصطلاحي للعمد .

3 ـ أحسب كمية الكهرباء Q الممنوحة خلال مدة الاشتغال Δt .

4 ـ أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول مبينا الحالة البدئية والحالة النهائية .

5 ـ أحسب تغير كل من الإلكترودين عنما يكون التقدم أقصى .

تمرين 3

1 ـ نعتبر عمود لوكلانشي حيث يحتوي على قنطرة ملحية لكلورور الأمونيوم .

1 ـ 1

1 ـ 2 هل عمود لوكلانشي ملحي أم قلائي ؟

2

$MnO_2(s)/MnO(OH)(s)$ و $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$. غير أن الإلكتروليت عوض بمحلول قاعدي .

2 ـ 1 أكتب نصف المعادلة المقرونة بكل مزدوجة علما أننا نحصل على المزدوجة $MnO_2(s)/MnO(OH)(s)$ في وسط قاعدي .

2 ـ 2 نصل إلكترود الزنك بالمربط com للفولطمتر وإلكترود الكربون المغمور في محلول ثنائي لأوكسيد المغنيزيوم MnO_2 بالمربط الآخر للفولطمتر ، فيشير إلى توتر موجب .

أعط التمثيل الاصطلاحي للعمود .

2 ـ 3 أثناء مدة اشتغال العمود تتفاعل $20g$ من فلز الزنك مع $0,97g$ من ثنائي أوكسيد المنغنيز .

أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول . أحسب التقدم الأقصى .

2 ـ 4 أحسب عدد الإلكترونات المتبادلة أثناء مدة الاشتغال . أحسب مدة اشتغال العمود ، علما أن العمود يعطي تيارا شدته $I=50mA$

3 ـ يعطي العمود تيارا شدته $I=50mA$ خلال مدة $\Delta t=1h30\min$ من الاشتغال .

3 ـ 1 أحسب بالكولوم وبالأمبيرـساعة كمية الكهرباء Q التي تمر في الدارة .
3 ـ 2 استنتج تغير كتلة الزنك .
معطيات : الكتل المولية :
$M(Zn)=65,4g/mol, M(Mn)=54,9g/mol, M(o)=16g/mol, M(H)=1g/mol$
الشحنة الابتدائية : $e=1,6.10^{-19}C$ ، ثابتة أفوكادرو $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$ الفاردي : $1F=96500C/mol$

تمرين 4

ننجز العمود زنك/ فضة المؤلف من المزدوجتين $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$ و $Ag^{+}(aq)/Ag(s)$ ، حيث حجم المحلول الأيوني في كل نصف عمود هو $100m\ell$ والتركيزات البدئيان للأيونات $Ag^{+}(aq)$ و $Zn^{2+}(aq)$ متساويان :

$$\left[Zn^{2+}\right]_i=\left[Ag^{+}\right]_i=0,20mol/\ell$$

كتلة الجزء المغمور من إلكترود الزنك في المحلول هي : $m_i(Zn)=2,0g$ أثناء اشتغال العمود ، يتوضع فلز الفضة على إلكترود الفضة .

1 ـ لأعط التمثيل الاصطلاحي للعمود زنك /فضة .
2
اشتغاله .
3 ـ تساوي ثابتة هذا التفاعل $K=1,0.10^{52}$
بتطبيق معيار التطور التلقائي ، تحقق من منحى التطور الحاصل في العمود .
4 ـ 1 كيف يتغير تركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و Ag^{+} أثناء اشتغال العمود ؟
4 ـ 2 كيف يتم الحفاظ على الحياد الكهربائي في محلولي نصف العمود ؟
5 ـ 1 أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول .
5 ـ 2 أحسب التقدم الأقصى x_{max} واستنتج المتفاعل المحد .
6 ـ يمكن للعمود أن يعطي تيارا كهربائيا $I=0,15A$ خلال مدة Δt .
6 ـ 1 أوجد تعبير Δt بدلالة x_{max} والفاردي F و I .
6 ـ 2 أحسب Δt واستنتج كمية الكهرباء القصوى للعمود .

التحليل الكهربائي : خاص بالعلوم الرياضية والعلوم الفيزيائية .

تمرين 5

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لكبريتات الزنك $Zn^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)$.
عند نهاية التحليل الذي دام $35,0\min$ ، حيث تم تزويده بتيار شدته $I=0,63A$ ، تزايدت كتلة الكاتود ب $\Delta m=448mg$.

1 ـ أكتب معادلة الاختزال الكاثودي
2 ـ أحسب تقدمه x عند نهاية التحليل .
3 ـ أكتب العلاقة التي تربط بين x و Δm والكتلة المولية $M(Zn)$ للزنك .
4 ـ استنتج قيمة $M(Zn)$.

تمرين 6

نركب على التوالي محللين كهربائيين الأول يحتوي على $200m\ell$ من محلول نترات الفضة $Ag^{+}(aq)+NO_3^{-}(aq)$ تركيزه $C_1=0,1mol/\ell$ والثاني يحتوي على $150m\ell$ من محلول كبريتات النحاس II $Cu^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)$ تركيزه $C_2=0,10mol/\ell$.
الإلكترودات المستعملة لا تشارك في هذا التحليل الكهربائي .

1 ـ أرسم التركيب التجريبي لإنجاز هذا التحليل الكهربائي .
2 ـ أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند كاثود كل محلل .
3 ـ خلال مدة التحليل والتي دامت $15\min$ تزايدت كتلة كاثود المحلل الأول ب $1,2g$. أحسب شدة التيار الكهربائي في الدارة .

4 ـ استنتج تغير كتلة كاثود المحلل الثاني خلال مدة التحليل . هل هذا التغير عبارة عن تزايد أم تناقص الكتلة

5 ـ حدد التركيزين النهائيين لكل من $Ag^{+}(aq)$ و $Cu^{2+}(aq)$ على التوالي في المحلل الأول والمحلل الثاني .

معطيات : $M(Cu)=63,5g/mol, M(Ag)=108g/mol$