

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

L 'évolution spontanée d'un système chimique

الجزء الثالث : منحي
تطور مجموعة كيميائية
الوحدة 6
ذ. هشام محجر

* نعتبر التفاعل المحدود النمذج بالتفاعل التالي : $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$

تعبير خارج التفاعل $Q_r = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta}$ وهو مقدار بدون وحدة

حيث $[X]$ يمثل العدد الذي يقيس التركيز المولي الفعلي لـ X ، معبر عنه بالوحدة $mol.L^{-1}$.

تعبير ثابتة التوازن K هو : $K = Q_{r, \acute{e}q} = \frac{[C]_{\acute{e}q}^\gamma \cdot [D]_{\acute{e}q}^\delta}{[A]_{\acute{e}q}^\alpha \cdot [B]_{\acute{e}q}^\beta}$

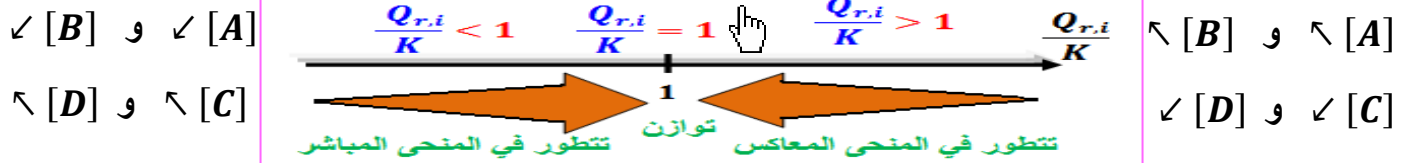
* لتوقع منحي التطور التلقائي لمجموعة كيميائية نستعمل كمعيار مقارنة خارج التفاعل $Q_{r,i}$ مع ثابتة التوازن K ،

حيث تتطور مجموعة كيميائية تلقائيا وفق المنحي الذي يجعل خارج التفاعل $Q_{r,i}$ يؤول نحو ثابتة التوازن K .

⊕ إذا كان $Q_{r,i} < K$: تتطور المجموعة تلقائيا في المنحي المباشر إلى أن يصبح $Q_r = K$.

⊕ إذا كان $Q_{r,i} > K$: تتطور المجموعة تلقائيا في المنحي غير المباشر إلى أن يصبح $Q_r = K$.

⊕ إذا كان $Q_{r,i} = K$: لا تتطور المجموعة تلقائيا وهي في حالة التوازن .



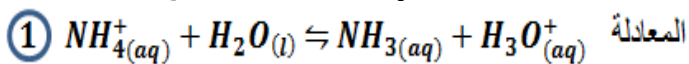
تمرين 3 :

نذيب في الماء الخالص كتلة $m = 10 g$ من ملح

كلورور الأمونيوم $NH_4Cl(s)$ فنحصل على

$V = 100 mL$ من محلول هذا الملح .

يمكن لأيونات الأمونيوم NH_4^+ أن تتفاعل مع الماء حسب



1- اكتب معادلة تفاعل ذوبان كلورور الأمونيوم في الماء .

2- احسب قيمة خارج التفاعل $Q_{r,i}$ البدئي

3- احسب قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة 1 .

4- استنتج المنحي التلقائي لهذا التحول .

نعطي $pK_A(H_3O^+/H_2O) = 0$

و $pK_A(NH_4^+/NH_3) = 9,2$

5- أعطى قياس pH المحلول القيمة $pH = 4,46$.

1-5- احسب تراكيز الأنواع الأيونية عند التوازن الكيميائي

2-5- استنتج قيمة خارج التفاعل النهائي $Q_{r,f}$.

3-5- علق على درجة تفكك الحمض في الماء .

نعطي $M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1}$

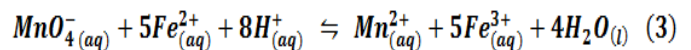
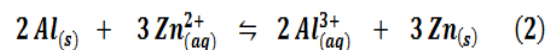
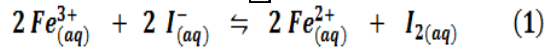
و $M(O) = 16 g.mol^{-1}$

و $M(N) = 14 g.mol^{-1}$

تمرين 1 :

اكتب تعبير خارج التفاعل البدئي $Q_{r,i}$ وثابتة التوازن K

المقرون بالمعادلات التالية :



تمرين 2 :

نعتبر التفاعل : $2S_2O_3^{2-}_{(aq)} + I_{2(aq)} \rightleftharpoons S_4O_6^{2-}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$

المحلول	كمية المادة البدئية	الحجم
$S_2O_3^{2-}$	$n_1 = 2 \cdot 10^{-2} mol$	$V_1 = 25 mL$
I_2	$n_2 = 1 \cdot 10^{-2} mol$	$V_2 = 25 mL$
$S_4O_6^{2-}$	$n_3 = 4 \cdot 10^{-2} mol$	$V_3 = 25 mL$
I^-	$n_4 = 5 \cdot 10^{-2} mol$	$V_4 = 25 mL$

1- اكتب تعبير $Q_{r,i}$ ثم احسب قيمته .

2- حدد منحي تطور المجموعة . نعطي $K = 10^{18}$

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

L' évolution spontanée d'un système chimique

الجزء الثالث : منحنى
 تطور مجموعة كيميائية
 الوحدة 6

ذ. هشام محجر

تمرين 4 :

- نحضر حجما $V = 1 L$ من محلول نترات الفضة حيث تركيز الأيونات Ag^+ هو $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$. نذيب في هذا المحلول كتلة $m = 1,52 g$ من كبريتات الحديد $II (FeSO_4)$ دون تغيير حجم المحلول .
- 1- اكتب معادلة تفاعل ذوبان $FeSO_4$ في الماء .
 - 2- اكتب معادلة تفاعل أكسدة - اختزال الذي يمكن أن يحدث بين المزدوجتين Ag^+/Ag و Fe^{3+}/Fe^{2+} .
 - 3- اعط تعبير وقيمة خارج التفاعل البدئي $Q_{r,i}$ قبل حدوث التحول المشار إليه في السؤال (2) .
 - 4- ثابتة التوازن ، عند $25^\circ C$ ، هي $K = 3,2$. حدد المنحنى التلقائي للتحول .
 - 5- أنشئ جدول التقدم واستنتج التقدم النهائي x_f .
 - 6- احسب تراكيز الأنواع الكيميائية عند التوازن واستنتج نسبة التقدم النهائي للتفاعل .

نعطي بـ $M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1}$ و

$M(S) = 32$ و $M(N) = 14$ و $M(O) = 16$

تمرين 5 :

نمزج حجوم المحاليل التالية :

- * $V_1 = 40mL$ من محلول فلورور الهيدروجين $(HF_{(aq)})$ تركيزه $C_1 = 0,2 mol.L^{-1}$.
 - * $V_2 = 10mL$ من محلول فلورور الصوديوم $(Na^+ + F^-)$ تركيزه $C_2 = 0,1 mol.L^{-1}$.
 - * $V_3 = 25mL$ من محلول حمض الميثانويك $(HCOOH)$ تركيزه $C_3 = 0,1 mol.L^{-1}$.
 - * $V_4 = 25mL$ من محلول ميثانات الصوديوم $(Na^+ + HCOO^-)$ تركيزه $C_4 = 0,2 mol.L^{-1}$.
- التفاعل يتم بين فلورور الهيدروجين وأيون الميثانات .
 نعطي : $pK_A(HF/F^-) = pK_{A1} = 3,2$ و $pK_A(HCOOH/HCOO^-) = pK_{A2} = 3,8$
 نعتبر أن الحمض والقاعدة المكون لكل مزدوجة يتفاعل بشكل جد محدود مع الماء ، لذا يكون تركيزه مساوٍ لتركيز المذاب .
- 1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل .
 - 2- احسب خارج التفاعل في الحالة البدئية $Q_{r,i}$.
 - 3- أوجد تعبير ثابتة التوازن لهذا التحول ثم احسب قيمتها .

- 4- استنتج منحنى تطور المجموعة الكيميائية .
- 5- أنجز الجدول الوصفي لهذا التحول ، ثم أوجد قيمة التقدم عند التوازن x_{eq} .
- 6- احسب τ نسبة التقدم النهائي . استنتج .

تمرين 6 :

- نضع في كأس حجما $V_1 = 40 mL$ من محلول نترات الفضة تركيزه $C_1 = 0,1 mol.L^{-1}$ ، ونضيف إليه حجما $V_2 = 40mL$ من محلول نترات النحاس II تركيزه $C_2 = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$.
- 1- احسب التركيزين البدئيين $[Cu^{2+}]_i$ و $[Ag^+]_i$ في الخليط .
 - 2- نغمر في الكأس سلكا من النحاس وآخر من الفضة .
 - 1-2- اكتب معادلة التفاعل الممكن حدوثه والذي يكون فيه فلز النحاس متفاعلا .
 - ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل : $K = 2,210^{15}$.
 - 2-2- احسب خارج التفاعل في الحالة البدئية .
 - 3-2- حدد منحنى تطور المجموعة . ما الملاحظة التجريبية التي ستؤكد ذلك ؟
 - 4-2- حدد تركيز أيونات الفضة عند حالة التوازن علما أن فلز النحاس موجود بوفرة .
 - 5-2- هل يمكن اعتبار التحول كلي ؟