التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

I. خارج التفاعل و ثابتة التوازن

• خارج التفاعل

تعريف

نقرن كل تفاعل معادلته $aA_{aq} + bB_{aq} \rightleftarrows cC_{aq} + dD_{aq}$ بالكسر التالي:

$$Q_r = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

الذي يسمى خارج التفاعل. و هو عدد بدون وحدة يميز حالة المجموعة.

• ثابتة التوازن

تعريف

ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل معادلته $aA_{aq} + bB_{aq} \rightleftarrows cC_{aq} + dD_{aq}$ هي القيمة التي يأخذها خارج التفاعل عندما تصل المجموعة حالة التوازن:

$$K = Q_{réq} = \frac{[C]^c_{éq} \cdot [D]^d_{éq}}{[A]^a_{éq} \cdot [B]^b_{éq}}$$

و هي ثابتة تميز التفاعل و لا تتعلق إلا بدرجة الحرارة.

I. التطور التلقائي نحو حالة التوازن

• التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

تعتبر مجموعة كيميائية في تطور إذا كان تركيبها يتغير مع الزمن.

تعريف

يكون تطور مجموعة تلقائيا إذا تطورت المجموعة انطلاقا من حالتها البدئية بدون تدخل خارجي.

إذا تطورت مجموعة تلقائيا فهذا يعني أن المجموعة ليست في حالة التوازن يعني: $Q_{ri} \neq K$

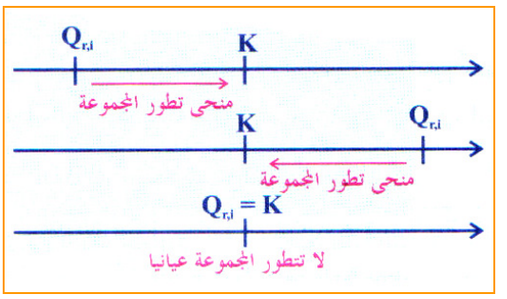
يتغير تركيب المجموعة حتى تصل حالة التوازن حيث: $Q_{réq} = K$

• معيار التطور التلقائي

قاعدة

يمكن تحديد منحى التطور التلقائي لمجموعة كيميائية بمقارنة قيمة خارج التفاعل البدئي Q_{r_i} مع قيمة ثابتة التوازن K. نميز ثلاث حالات و هي:

- ✓ $Q_{r_i} < K$: تتطور المجموعة تلقائيا في المنحى المباشر للتفاعل.
- ✓ $Q_{r_i} > K$: تتطور المجموعة تلقائيا في المنحى المعاكس للتفاعل.
- ✓ $Q_{r_i} = K$: المجموعة في حالة التوازن و لا تتطور ظاهريا.



تمارين

تمرين 1

يترسب كلورور الرصاص حسب المعادلة الكيميائية التالية: $Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \rightleftarrows PbCl_{2(s)}$

ثابتة التوازن المتعلقة بهذه المعادلة هي $K = 10^{4,7}$.

1- أكتب تعبير ثابتة التوازن.

2- نمزج الحجم $V_1 = 50\,ml$ من محلول مائي S_1 لكلورور الصوديوم $(Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)})$ تركيزه $c_1 = 2,0.10^{-2}\,mol.l^{-1}$ مع الحجم $V_2 = 50\,ml$ من محلول مائي S_2 لنترات الرصاص $(Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO^{-}_{3(aq)})$ تركيزه $c_2 = 1,0.10^{-2}\,mol.l^{-1}$.

هل يترسب كلورور الرصاص؟علل جوابك.

3- نفس السؤال، عندما نمزج الحجم $V_1' = 80\,ml$ من المحلول S_1 مع الحجم $V_3 = 20\,ml$ من محلول مائي S_3 لنترات الرصاص تركيزه $c_3 = 6,0.10^{-1}\,mol.l^{-1}$.

تمرين 2

نحضر محلولا S_1 بإذابة كتلة $m = 13\,g$ من ثنائي اليود الصلب $I_{2(s)}$ في حجم $V = 100\,ml$ من محلول يودور البوتاسيوم $(K^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)})$ تركيزه $c_1 = 1,0.10^{-1}\,mol.l^{-1}$ بدون تغير في الحجم .

ثم نحضر محلولا S_2 بمزج محلول لأيونات الحديد II مع محلول لأيونات الحديد III لهما نفس التركيز $c_2 = 1,0.10^{-2}\,mol.l^{-1}$.

بعد ذلك نمزج الحجم $V_1 = 10\,ml$ من المحلول S_1 مع الحجم $V_2 = 10\,ml$ من المحلول S_2.

1- أكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الاختزال الحاصل بين المزدوجتين Fe^{3+}/Fe^{2+} و I_2/I^{-}.

2- أحسب قيمة خارج التفاعل في الحالة البدئية.

3- حدد منحى تطور المجموعة.

♦ معطيات: الكتلة المولية لثنائي اليود: $M(I) = 127\ g.mol^{-1}$،

ثابتة التوازن المتعلقة بتفاعل أيونات الحديد مع أيونات اليودور: $K = 10^{4,7}$.