# حالة توازن مجموعة كيميائية

## *Etat d'équilibre d'un systeme chimique*



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

* بصفة عامة ، يتعلق خارج التفاعل بمنحى كتابة معادلة التفاعل . بالنسبة لتفاعلين عكوسين $Q_{r\,1} = \frac{1}{Q_{r\,2}}$ .

* نسمي خارج التفاعل عند التوازن $Q_{r,éq}$ ، القيمة التي يأخذها خارج التفاعل عندما تكون المجموعة في حالة توازن حيث تبقى التراكيز المولية لجميع الأنواع الكيميائية ثابتة خلال الزمن . حيث لا تتعلق قيمته بالحالة البدئية .

* نقرن بكل معادلة تفاعل ثابتة تسمى ثابتة التوازن K حيث تكتب على شكل $K = Q_{r,éq} = \frac{[C]_{éq}^{\gamma}.[D]_{éq}^{\delta}}{[A]_{éq}^{\alpha}.[B]_{éq}^{\beta}}$

* تتعلق قيمة نسبة التقدم النهائي بالحالة البدئية للمجموعة و بثابتة التوازن K، فكلما كانت التراكيز البدئية صغيرة ، كانت نسبة التقدم النهائي كبيرة . و كلما كانت ثابتة التوازن كبيرة، كانت نسبة التقدم النهائي مرتفعة.

### تمرين 1 :

اكتب خارج التفاعل للتفاعلات التالية :

1- $NH_{4(aq)}^{+} + HO_{(aq)}^{-} \rightarrow NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

2- $Cu_{(aq)}^{2+} + 2HO_{(aq)}^{-} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$

3- $H_3O_{(aq)}^{+} + HO_{(aq)}^{-} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

4- $2I_{(aq)}^{-} + 2Fe_{(aq)}^{3+} \rightarrow I_{2(aq)} + 2Fe_{(aq)}^{2+}$

5- $Ag_{(aq)}^{+} + Fe_{(aq)}^{2+} \rightarrow Ag_{(s)} + Fe_{(aq)}^{3+}$

6- $Zn_{(s)} + 2H_3O_{(aq)}^{+} \rightarrow Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

7- $SnO_{2(s)} + 4H_{(aq)}^{+} + Pb_{(s)} \rightarrow Sn_{(aq)}^{2+} + Pb_{(aq)}^{2+} + 2H_2O_{(l)}$

### تمرين 2 :

1- استنتج معادلة التفاعل من تعبير خارج التفاعل التالي :

$$Q_r = \frac{[RCOO_{(aq)}^{-}].[H_3O_{(aq)}^{+}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$$

2- نعطي $\begin{cases} Zn_{(s)} + Cu_{(aq)}^{2+} \overset{1}{\rightarrow} Zn_{(aq)}^{2+} + Cu_{(s)} \\ Zn_{(aq)}^{2+} + Cu_{(s)} \overset{2}{\rightarrow} Zn_{(s)} + Cu_{(aq)}^{2+} \end{cases}$

2-1- ماذا يمكن أن تقول عن التفاعلين (1) و (2) ؟

2-2- اكتب تعبير كل من $Q_{r1}$ و $Q_{r2}$ ، ماذا تستنتج ؟

### تمرين 3 :

يحتوي محلول مائي حجمه $V = 100mL$ على الخليط البدئي التالي :

| $HA_{(aq)} + B_{(aq)}^{-} \leftrightharpoons A_{(aq)}^{-} + BH_{(aq)}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 10 | 10 | $n_0$ $(10^{-3}mol)$ |

1- احسب خارج التفاعل عند الحالة البدئية.

2- احسب خارج التفاعل عند الحالة $x_1 = 1mmol$ ثم عند الحالة $x_2 = 2mmol$ .

3- ماذا تستنتج ؟

### تمرين 4 :

نتوفر على محلول **لحمض الميثانويك** تركيزه البدئي $C$ وحجمه $V$ .

1- اكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء.

2- بين أن : $K = \frac{\left[H_3O_{(aq)}^{+}\right]_{éq}^{2}}{C - \left[H_3O_{(aq)}^{+}\right]_{éq}}$ .

3- احسب $K$ علما أن $C = 6,4.10^{-3}mol.L^{-1}$ و $pH_{éq} = 3$ .

# حالة توازن مجموعة كيميائية

*Etat d'équilibre d'un systeme chimique*


الجزء الثاني : التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية
الوحدة 4
ذ . هشام محجر


**تمرين 5 :**

نعتبر **محلولا مائيا لحمض البنزويك** $C_6H_5COOH$ تركيزه البدئي $C = 10^{-3} mol.L^{-1}$ . عند التوازن يصبح تركيز الحمض في المحلول هو $7,8.10^{-4} mol.L^{-1}$ .

1- اكتب معادلة تفاعل **حمض البنزويك** $HA$ مع الماء.

2- احسب **ثابتة التوازن** المقرونة بهذا التفاعل .

**تمرين 6 :**

نتوفر على **محلول مائي لحمض الميثانويك** $HCO_2H_{(aq)}$.

يتفاعل **حمض الميثانويك** مع **الماء** حسب معادلة التفاعل:

$$HCO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_{2(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$$

ثابتة التوازن لهذا التفاعل هي $K = 1,6.10^{-4}$ .

تحمل القارورة التي تحتوي على المحلول الإشارة $C = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$ حجم المحلول $V = 1L$ .

1- اكتب تعبير خارج التفاعل.

2- ضع جدول التقدم باستعمال التقدم $x$ .

3- عند التوازن يكون التقدم النهائي للتحول هو $x_f = 1,2.10^{-3} mol$ . احسب تراكيز كل الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول.

**تمرين 7 :**

يحتوي كأس على $V = 50mL$ من **محلول حمض الكلوريدريك** $(H_3O_{(aq)}^+, Cl_{(aq)}^-)$ تركيزه $C = 0,10 mol.L^{-1}$ .

1- اعط تعبير المواصلة $G$ بدلالة الموصلية $\sigma$ للمحلول.

2- تساوي ثابتة الخلية لقياس المواصلة $K = 1,00cm$، احسب قيمة المواصلة $G$ لجزء المحلول.

**نعطي** الموصلية المولية الأيونية بالوحدة $S.cm^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 349,8$ و $\lambda_{Cl^-} = 76,3$ .

**تمرين 8 :**

نقيس مواصلة **محلول لحمض الميثانويك** تركيزه $C = 2,5.10^{-5} mol.L^{-1}$ بواسطة خلية قياس المواصلة فنجد $G = 0,81mS$ .

1- أوجد قيمة $\sigma$ موصلية المحلول .

2- حدد نسبة التقدم النهائي $\tau$ لتفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

3- احسب ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل.

**نعطي** الموصلية المولية الأيونية بـ $S.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 3,5.10^{-2}$ و $\lambda_{HCOO^-} = 5,5.10^{-3}$

أبعاد الخلية $S = 1cm^2$ و $L = 1cm$

**تمرين 9 :**

نحضر **محلولا مائيا لكلورور الألومينيوم** $(NH_{4(aq)}^+, Cl_{(aq)}^-)$ تركيزه $C = 0,10 mol.L^{-1}$ . أعطى قياس $pH$ المحلول القيمة $pH = 5,6$ .

حجم المحلول هو $V = 0,10L$ .

1- احسب تركيز **أيونات الأوكسونيوم** $H_3O^+$ .

2- ما القاعدة المرافقة للحمض $NH_4^+$ .

3- اكتب معادلة تفاعل $NH_4^+$ مع الماء.

4- احسب $\tau$ باستعمال الجدول الوصفي للتقدم.

5- احسب ثابتة التوازن لهذا التحول.

**تمرين 10 :**

نحضر **محلول نترات الرصاص** بالإذابة الكاملة لكتلة $m = 30,8g$ من $Pb(NO_3)_2$ في الماء للحصول على الحجم $V = 300mL$ من المحلول.

1- اكتب معادلة تفاعل ذوبان **نترات الفضة.**

2- احسب تركيز الأنواع الكيميائية في المحلول.

3- نضيف حجما $V' = 10,0mL$ من **حمض الكبريتيك** $(2H_{(aq)}^+, SO_{4(aq)}^{2-})$ تركيزه $C = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$ .

نلاحظ ترسب جسم صلب كبريتات الرصاص $PbSO_4$.

3-1- اكتب معادلة التفاعل.

3-2- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل هي $K = 6,3.10^7$ . احسب تركيز الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول عند التوازن (نعتبر أن المتفاعل المحد قد اختفى كليا).

3-3- احسب $pH$ المحلول عند التوازن.

نعطي : $M(Pb) = 207g.mol^{-1}$

و $M(O) = 16g.mol^{-1}$

و $M(N) = 14g.mol^{-1}$