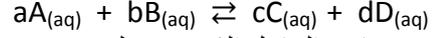


## حالة توازن مجموعة كيميائية

### 1- خارج التفاعل :

نعتبر مجموعة كيميائية في محلول مائي خاضعة لتحول كيميائي معادلته :



يعبر عن خارج التفاعل الذي نرمز له ب  $Q_r$  ، في حالة ما للمجموعة ، بالعلاقة التالية :

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

مع الاصطلاحات التالية:

- ✓ في تعبير  $Q_r$  لا نمثل سوى الأنواع الكيميائية المذابة في المحلول ولا نعتبر الأنواع الصلبة أو الرواسب أو الغازات غير المذابة في المحلول .
- ✓ التركيز معبر عنه بالوحدة  $\text{mol.L}^{-1}$  لكن تعبير  $Q_r$  عددا بدون وحدة .
- ✓ في حالة تدخل الماء (الذي هو مذيب) كمتفاعل أو كنتاج ، لا نعتبر تركيزه ضمن تعبير  $Q_r$  .
- ✓ مقدار  $Q_r$  تتغير قيمته مع تطور المجموعة ( $Q_r$  يكون منعدما عند  $t=0$ ).

أمثلة:

معادلة التفاعل	خارج التفاعل
$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	$Q_r = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$
$2\text{I}^-_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{I}_2_{(aq)} + 2\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$	$Q_r = \frac{[\text{I}_2] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]^2}{[\text{I}^-]^2 \cdot [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]}$
$\text{PbCl}_2_{(s)} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$	$Q_r = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2$
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{HO}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2$	$Q_r = \frac{1}{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{HO}^-]^2}$

### 2 - ثابتة التوازن :

تتغير قيمة خارج التفاعل خلال تطور المجموعة من قيمته البدئية  $Q_{ri}$  الى أن تستقر على قيمة ثابتة  $Q_{req}$  عند بلوغ المجموعة حالة التوازن .

#### 1-2- تعريف :

ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة تفاعل كيميائي تساوي القيمة التي يأخذها خارج التفاعل عند حالة التوازن للمجموعة

الكيميائية :  $K = Q_{req}$

تعبير ثابتة التوازن :

$$K = Q_{r,eq} = \frac{[C]_{eq}^c [D]_{eq}^d}{[A]_{eq}^a [B]_{eq}^b}$$

هذه الثابتة لاتتعلق الا بدرجة الحرارة .

#### 2-2- تحديد خارج التفاعل عند التوازن بقياس الموصلية :

تذكير:

يعبر عن موصلية جزء محلول أيوني بالعلاقة التالية:

$$(1) \quad G = \sigma \frac{S}{L}$$

بالنسبة لخلية مقياس الموصلية :

$S$  : تمثل مساحة صفيحة الخلية .

$L$  : المسافة بين الصفيحتين .

$\sigma$  : موصلية المحلول وحدتها  $\text{S.m}^{-1}$ .

يمكن كتابة العلاقة (1) كالتالي :  $\sigma = kG$  حيث  $k = \frac{L}{S}$  مع  $k$  ثابتة الخلية يعبر عنها ب  $m^{-1}$  .  
موصلية محلول مائي أيوني تتعلق بنوع الأيونات وبتراكيزها .

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$$

$\lambda_i$  الموصلية المولية للأيون  $X_i$  المعبر عنه ب  $S.m^2.mol^{-1}$  .

$[X_i]$  تركيزه المولي المعبر عنه ب  $mol.m^{-3}$  .

بمعرفة الموصلية تتم معرفة تراكيز الأنواع الكيميائية وبالتالي قيمة خارج التفاعل .

### تطبيق :

نتيجة قياس موصلية محلول مائي لحمض الايثانويك ، ذي تركيز  $c=5.10^{-2}mol.L^{-1}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ c$  بواسطة خلية قياس المواصلة  $\sigma=343\mu S.cm^{-1}$  .

1 - حدد التراكيز المولية الفعلية للأنواع الكيميائية المذابة في المحلول عندما يتحقق التوازن .

2 - حدد خارج التفاعل  $Q_{r,\acute{e}q}$  عند التوازن .

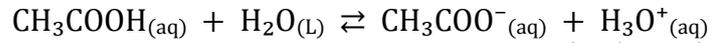
نعطي :

$$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 mS.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{H_3O^+} = 35 mS.m^2.mol^{-1}$$

### الحل :

معادلة التفاعل :



جدول تقدم التفاعل :

CH <sub>3</sub> COOH <sub>(aq)</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>(L)</sub> ⇌ CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>				معادلة التفاعل	
n(CH <sub>3</sub> COOH)	n(H <sub>2</sub> O)	n(CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> )	n(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	التقدم	الحالة
cV	بوفرة	0	0	0	البداية
cV-x	بوفرة	x	x	X	خلال التحول
cV-x <sub>f</sub>	بوفرة	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	X <sub>f</sub>	النهائية

حسب جدول التقدم وعند التوازن:

$$x_{\acute{e}q} = x_f \quad [H_3O^+]_{\acute{e}q} = [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V}$$

الموصلية تكتب :

$$\sigma = \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

$$= [H_3O^+]_{\acute{e}q} (\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+})$$

$$[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\sigma}{\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{343.10^{-6} \times 10^2}{(35+4,09).10^{-3}} = 0,877 mol.m^{-3} = 8,77.10^{-4} mol.L^{-1}$$

ت.ع:

حسب جدول التقدم لدينا :

$$[CH_3COOH]_{\acute{e}q} = \frac{cV - x_{\acute{e}q}}{V} = c - \frac{x_{\acute{e}q}}{V} = c - [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

ت.ع:

$$[CH_3COOH]_{\acute{e}q} = 5.10^{-2} - 8,77.10^{-4} = 4,9.10^{-2} mol.L^{-1}$$

2- خارج التفاعل  $Q_{r,\acute{e}q}$  عند التوازن :

$$Q_{r,\acute{e}q} = \frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{c - [H_3O^+]_{\acute{e}q}} = \frac{(4,77.10^{-4})^2}{4,9.10^{-2}} = 1,57.10^{-5}$$

### 3 - العوامل المؤثرة على نسبة التقدم النهائي :

تتعلق نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بالعاملين التاليين :

✓ ثابتة التوازن الموافقة لمعادلة التفاعل .

✓ التركيب البدئي للمجموعة الكيميائية .

كلما ارتفعت  $K$  ثابتة التوازن كلما ارتفعت  $\tau$  نسبة التقدم النهائي .

كلما ارتفع التركيز البدئي للمتفاعلات كلما انخفضت  $\tau$  .