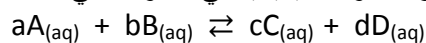


حالة توازن مجموعة كيميائية

1- خارج التفاعل :

نعتبر مجموعة كيميائية في محلول مائي خاضعة لتحول كيميائي معادلته :



يعبر عن خارج التفاعل الذي نرمز له بـ 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 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 .
- ✓ Q_r مقدار 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 لا تتعلق إلا 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 .

σ : موصلية المحلول وحدتها 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 .

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

λ_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 تواكيز 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 $Q_{r,eq}$ عند التوازن .

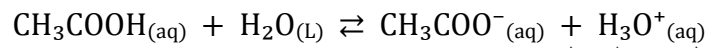
نعطي :

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

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

الحل :

معادلة التفاعل :



جدول تقدم التفاعل :

| $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ | | | | معادلة التفاعل | |
|--|-----------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| $n(CH_3COOH)$ | $n(H_2O)$ | $n(CH_3COO^-)$ | $n(H_3O^+)$ | التقدم | الحالة |
| cV | بوفرة | 0 | 0 | 0 | البدينية |
| $cV-x$ | بوفرة | x | x | X | خلال التحول |
| $cV-x_f$ | بوفرة | x_f | x_f | x_f | النهائية |

حسب جدول التقدم وعند التوازن:

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

الموصلية تكتب :

$$\sigma = \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]_{eq} + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_{eq}$$

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

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

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

ت.ع:

حسب جدول التقدم لدينا :

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

ت.ع:

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

2- خارج التفاعل $Q_{r,eq}$ عند التوازن :

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

3 - العوامل المؤثرة على نسبة التقدم النهائي :

تتعلق نسبة التقدم النهائي τ بالعاملين التاليين :

✓ ثابتة التوازن الموافقة لمعادلة التفاعل .

✓ التركيب البدئي للمجموعة الكيميائية .

كلما ارتفعت K ثابتة التوازن كلما ارتفعت τ نسبة التقدم النهائي .

كلما ارتفع التركيز البدئي للمتفاعلات كلما انخفضت τ .