

حالة توازن مجموعة كيميائية

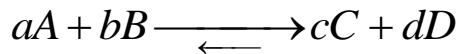
Etat d'équilibre d'un système chimique

4

I - خارج التفاعل :

1 - تعريف :

نعتبر التفاعل المحدود و المقرن بالمعادلة التالية :



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

نسمي خارج التفاعل Q_r المقدار المعبر عنه بالعلاقة :

حيث مثلا $[C]$ تمثل عدد بدون وحدة يساوي القيمة العددية لتركيز النوع C المعبر عنه بوحدة $.mol.l^{-1}$.

❖ ملحوظة :

- تتدخل في تعبير Q_r تركيزات الأنواع الكيميائية المذابة فقط.

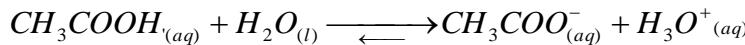
- في محلول يلعب الماء دور المذيب حيث $1 = [H_2O]$.

- إذا كان جسم صلب X في المجموعة الكيميائية فإن $1 = [X]$.

- لا نتطرق للغازات غير المذابة في الماء لأنها تكون طورا غازيا يعبر عنه بالضغط.

2 - حالة وسط متجانس :

❖ مثال :

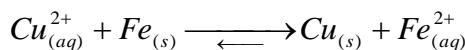


$$Q_r = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

خارج التفاعل :

3 - حالة وسط غير متجانس :

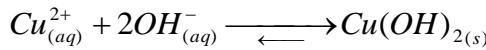
❖ مثال 1 : أكسدة فلز الحديد Fe بأيونات النحاس II :



$$Q_r = \frac{[Fe^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

خارج التفاعل :

❖ مثال 2 : معادلة الترسب



$$Q_r = \frac{1}{[Cu^{2+}] \cdot [OH^-]}$$

❖ مثال :

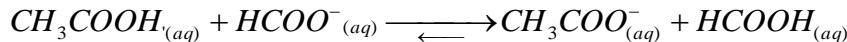
سوق أرباع الغرب

الفيزياء والكيمياء 2 bac

نعتبر مجموعة مكونة من حمض الميثانويك وأيونات الميثانوات وحمض الإيثانويك وأيونات الإيثانوات .

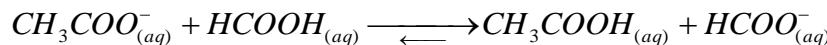
يمكن لهذه المجموعة أن تتطور في منحىين :

- منحى تكون الميثانويك :



$$Q_{r1} = \frac{[CH_3COO^-][HCOOH]}{[CH_3COOH][HCOO^-]}$$

- منحى تكون أيونات الميثانوات :



$$Q_{r2} = \frac{[CH_3COOH][HCOO^-]}{[CH_3COO^-][HCOOH]}$$

$$Q_{r2} = \frac{1}{Q_{r1}}$$

نلاحظ أن :

✓ بصفة عامة :

- يتعلق خارج التفاعل Q_r بمنحى كتابة المعادلة :

- يتعلق خارج التفاعل Q_r بتقدم التفاعل x .

❖ تطبيق :

II - حالة التوازن لمجموعة الكيميائية :

1 - تذكير : قياس المواصلة :

تميز المواصلة $G = \sigma \cdot \frac{S}{l}$ قدرة محلول إلكتروليتي على توصيل التيار الكهربائي و تتعلق بموصليّة محلول σ :

S : مساحة صفيحة الخلية ب m^2 .

l : المسافة بين صفيحتي الخلية ب m .

σ : الموصليّة ب $S \cdot m^{-1}$

G : المواصلة ب S (سيمنس)

$$\sigma = k \cdot G$$

حيث k تسمى ثابتة الخلية ب m^{-1}

بالنسبة لمحلول إلكتروليتي مخفف يحتوي على أيونات X_i تراكيزها المولية $[X_i]$ نعبر عن موصليّة محلول بالعلاقة :

$$\sigma = \sum_i^n \lambda_{X_i} \cdot [X_i]$$

مع λ_{X_i} : الموصليّة المولية الأيونية للأيون : ب $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$

2 - خارج التفاعل في حالة التوازن :

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

سوق أرباع الغرب

الفيزياء و الكيمياء 2 bac

الأستاذ : خالد المكاوي

عند حالة التوازن نرمز لخارج التفاعل ب $Q_{r,eq}$ و تقدم التفاعل النهائي ب x_{eq} حيث :

يمكن تحديد قيمة خارج التفاعل عند التوازن ب $Q_{r,eq}$ انطلاقا من قياس المواصلة G أو الموصلية σ أو pH وذلك بالتعبير عن $Q_{r,eq}$ بدلالة التراكيز أو تقدم التفاعل x_{eq} .

مثال :

ندرس التفاعل بين محلولين لحمض الإيثانويك ذات تركيزين مختلفين والماء عند درجة حرارة ثابتة بقياس الموصلية σ .

نعطي : - المحلول (S₁) : $\sigma_{eq} = 0,372 \text{ mS.cm}^{-1}$ و $C_1 = 5.10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$

- المحلول (S₂) : $\sigma_{eq} = 0,114 \text{ mS.cm}^{-1}$ و $C_1 = 5.10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$

$$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1} \quad \text{و} \quad \lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$



ننشئ الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كمية المادة ب mol			
الحالة البدنية	0	$C_i V$	وفي	0	0
خلال التفاعل	x	$C_i V - x$	وفي	x	x
الحالة النهائية	X _{eq}	$C_i V - x_f$	وفي	X _{eq}	X _{eq}

$$Q_{r,eq} = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

✓ خارج التفاعل عند التوازن :

$$\sigma_{eq} = \lambda_{CH_3COO^-} \cdot [CH_3COO^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]$$

لدينا الموصلية عند التوازن :

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

و من خلال الجدول لدينا :

$$\sigma_{eq} = (\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}) \frac{x_{eq}}{V}$$

$$x_{eq} = \frac{\sigma_{eq} \cdot V}{\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}}$$

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

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

بالنسبة للمحلول (S₁) :

$$[CH_3COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{0,372 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3}}{(4,09 + 35) \cdot 10^{-3}} = 9,52 \cdot 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$$

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

سوق أربعة الغرب

الأستاذ : خالد المكاوي

الفيزياء و الكيمياء bac

$$[CH_3COOH]_{l\acute{e}q} = 5.10^{-2} - 9,5.10^{-4} = 4,9.10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$Q_{r1,\acute{e}q} = \frac{[CH_3COO^-]_{l\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{l\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{l\acute{e}q}} = \frac{[H_3O^+]_{l\acute{e}q}^2}{[CH_3COOH]_{l\acute{e}q}} = \frac{(9,52.10^{-4})^2}{4,9.10^{-2}}$$

$$Q_{r1,\acute{e}q} = 1,8.10^{-5}$$

✓ بالنسبة للمحلول (S₂) :

$$[CH_3COO^-]_{2\acute{e}q} = [H_3O^+]_{2\acute{e}q} = \frac{0,114.10^2.10^{-3}}{(4,09 + 35).10^{-3}} = 2,92.10^{-4} mol.l^{-1}$$

$$[CH_3COOH]_{2\acute{e}q} = 5.10^{-3} - 2,92.10^{-4} = 4,7.10^{-3} mol.l^{-1}$$

$$Q_{r2,\acute{e}q} = \frac{[CH_3COO^-]_{2\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{2\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{2\acute{e}q}} = \frac{[H_3O^+]_{2\acute{e}q}^2}{[CH_3COOH]_{2\acute{e}q}} = \frac{(2,92.10^{-4})^2}{4,7.10^{-3}}$$

$$Q_{r2,\acute{e}q} = 1,8.10^{-5}$$

$$Q_{r1,\acute{e}q} = Q_{r2,\acute{e}q}$$

نلاحظ أن :

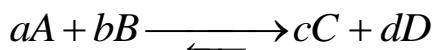
❖ بصفة عامة :

لا تتعلق قيمة خارج التفاعل عند حالة التوازن $Q_{r,\acute{e}q}$ بالحالة البدنية للمجموعة الكيميائية (التركيز البدني).

3 - ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل كيميائي :

نقرن بكل معادلة تفاعل ثابتة تسمى ثابتة التوازن K .

في حالة التوازن يأخذ خارج التفاعل $Q_{r,\acute{e}q}$ قيمة ثابتة التوازن K .



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

ثابتة التوازن :

❖ بصفة عامة :

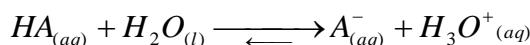
- تتعلق ثابتة التوازن التوازن K بطبيعة المتفاعلات (نوع المتفاعلات).

- تتعلق ثابتة التوازن التوازن K بدرجة الحرارة.

III - العوامل المؤثرة على نسبة التقدم النهائي لتفاعل كيميائي :

1 - تأثير ثابتة التوازن K :

بالنسبة لتفاعل حمض مع الماء :



$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{\max}}$$

لدينا نسبة التقدم :

سوق أرباع الغرب

الفيزياء و الكيمياء 2 bac

الأستاذ : خالد المكاوي

- يمكن حساب التقدم الأقصى من خلال الجدول :

$$x_{\text{eq}} = \frac{\sigma_{\text{eq}} \cdot V}{\lambda_{A^-} + \lambda_{H_3O^-}}$$

بالنسبة لمحاليل أحماض مختلفة ذات التركيز نفسه نلاحظ اختلاف قيمة τ من تفاعل آخر، وبما أن ثابتة التوازن تميز معادلة تفاعل الحمض مع الماء فإن قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل τ تتغير مع ثابتة التوازن K.

المحلول حمض	ثابتة التوازن K	الإيثانويك	الميثانويك	البنزويك
mol.l^{-1}		5.10^{-2}	5.10^{-2}	5.10^{-2}
		$1.8 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$6.4 \cdot 10^{-5}$
τ		2 %	6 %	3 %

❖ بصفة عامة :

تعطى نسبة التقدم النهائي للتفاعل بثابتة التوازن K الموافق لمعادلة التفاعل :

2 - تأثير الحالة البدنية للمجموعة الكيميائية :

يمكن حساب نسبة التقدم النهائي للتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لتركيزات بدنية مختلفة :

$$\tau = \frac{x_{\text{eq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{eq}}}{C_i}$$

التركيز البدني (mol.l^{-1})	C_i	5.10^{-2}	5.10^{-3}	5.10^{-4}
τ		2 %	6 %	17 %

نلاحظ أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل تتغير حسب التركيز البدني للحمض حيث تزداد نسبة التقدم النهائي كلما قل التركيز أي زيادة تفوك الحمض في الماء.

❖ بصفة عامة :

تعطى نسبة التقدم النهائي τ بالحالة البدنية للمجموعة الكيميائية (التركيز البدني).

المعجم العلمي

État d'équilibre

حالة التوازن

Quotient de réaction

خارج التفاعل

Base conjugué

Constante d'équilibre

ثابت التوازن

Electrolyte