هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

حالة توازن مجموعة كيميائية

التوجيهات المتعلقة بالدرس:

حالة توازن مجموعة كيميائية:

- خارج التفاعل Q_r : التعبير الحرفي بدلالة التراكيز المولية للأنواع المذابة بالنسبة لحالة معينة للمجموعة.
- تعميم على مختلف الحالات: محلول مائي متجانس أو غير متجانس (وجود أجسام صلبة).
- تحديد قيمة خارج التفاعل في حالة توازن مجموعة، التي يرمز لها بـــ $Q_{r,eq}$.
- ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة تفاعل معين، عند درجة حرارة معينة.
- تأثير الحالة البدئية لمجموعة على نسبة التقدم النهائي لتفاعل.

I مفهوم خارج التفاعل Q_r :

1) تعريف:

نعتبر التحول الكيميائي،الذي نقرن به المعادلة التالية:

$$\alpha\, A_{(aq)} + \beta\, B_{(aq)} \underset{1}{\overset{2}{\rightleftharpoons}} \gamma\, C_{(aq)} + \delta\, D_{(aq)}$$

α ، β ، γ و δ المعاملات التناسبية.

خارج هذا التفاعل Q_r تعطيه العلاقة التالية: $Q_r = \dfrac{[C]^{\gamma}.[D]^{\delta}}{[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}}$ وهومقدار بدون وحدة .

يمثل التعبير $[X]$ في هذه العلاقة التركيز المولي الفعلي للنوع الكيميائي X ،ووحدته mol/ℓ .

2)الإصطلاح :

في تعبير خارج التفاعل Q_r لا نعتبر سوى الأنواع الكيميائية المذابة في المحلول المائي ، فلا يظهر المذيب (الماء) أو الأجسام الصلبةفي كتابة تعبير خارج التفاعل ، حتى وإن كانت ظاهرة في المعادلة الحصيلة للتفاعل.

3) أمثلة توضيحية:

لنعط تعبير خارج التفاعل المقرون بالتفاعل في المنحى (1)بالنسبة لكل من التحولات التالية:

أ)
$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$
$$Q_r = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

ب)
$$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} \rightleftharpoons 2I^-_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$
$$Q_r = \frac{[I^-]^2.[S_4O_6^{2-}]}{[I_2].[S_2O_3^{2-}]^2}$$

ج)
$$Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$
$$Q_r = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

د)
$$Fe^{3+}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(OH)_{3(s)}$$
$$Q_r = \frac{1}{[Fe^{3+}][OH^-]^3}$$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

ج) $3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}_{(aq)} \rightleftharpoons Ca_3(PO_4)_{2\,(s)}$

$$Q_r = \frac{1}{[Ca^{2+}]^3.[PO_4^{3-}]^2}$$

ملحوظة: إن خارج التفاعل Q_r مقرون بمعادلة التفاعل مكتوبة في منحى معين .
إذا كتبنا المعادلة السابقة في المنحى المعاكس ،خارج تفاعلهايكون هومقلوب السابق .

فبالنسبة للمعادلة: $\gamma\, C_{(aq)} + \delta\, D_{(aq)} \rightleftharpoons \alpha\, A_{(aq)} + \beta\, B_{(aq)}$

$$Q_r' = \frac{[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}}{[C]^{\gamma}.[D]^{\delta}} = \frac{1}{Q_r}$$

II خارج التفاعل عند التوازن :

1) تعريف:

خارج التفاعل عند التوازن ،يرمز إليه ب: $Q_{r,éq}$ ،و هو القيمة التي يأخذهاخارج التفاعل عندما يتحقق التوازن.

عند التوازن ،التراكيز الفعلية للأنواع الكيميائية تبقى ثابتةويمكن تحديدها بطرق فيزيائية أو كيميائية متعددة ،مثل قياس الموصلية.

2) تحديد خارج التفاعل عند التوازن بقياس الموصلية:

أ) الطريقة المعتمدة:

تمكن خليةقياس المواصلة من تحديد المواصلة $G = \frac{1}{R}$ ، معبر عنها ب:السيمينس S لمحلول إلكتوليتي.(والمواصلة G لجزء محلول إلكتروليتي مقطعه S وطوله ℓ يعبر عنه كما يلي: $G = \sigma.\frac{S}{\ell}$ - σ يسمى موصلية المحلول

ووحدتها $S.m^{-1}$.وبذلك تمكن الخلية من معرفة موصلية المحلول.

ومن جهة اخرى نعلم أن الموصلية σ مرتبطة بالتراكيز الفعلية للانواع الايونية M^+ و X^- المتواجدة في المحلول بالعلاقة:

$$\sigma = \lambda_{M^+}.[M^+_{(aq)}] + \lambda_{X^-}.[X^-_{(aq)}]$$

وإذا كان لدينا : $c = [M^+] = [X^-]$ فإن: $\sigma = (\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-})\, c$

بحيث λ_{M^+} و λ_{X^-} الموصلية المولية الأيونية $(S.m^2/mol)$ لكل من M^+ ، X^- ووحدة التركيز c هي mol/m^3

وبمعرفة الموصلية و الموصلية المولية الأيونيةتتم معرفة التراكيز وبذلك يمكن تحديد قيمة معامل التفاعل.

ب) تطبيق:

نتيجة قياس موصلية محلول مائي لحمض الإيثانويك، ذي تركيز $c = 5\times10^{-2} mol/\ell$ ، عند درجة الحرارة $25°C$ ، بواسطة خلية قياس المواصلة ، هي : $\sigma = 343\mu S.cm^{-1}$.

أ) حدد التراكيز المولية الفعلية للأنواع الكيميائية المذابةفي المحلول عندما يتحقق التوازن .

ب)أوجد قيمة خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن.

نعطي: $\lambda_{H_3O^+} = 35mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}09mS.m^2.mol^{-1}$.

أ) جدول التقدم:

معادلة التفاعل				التقدم	الحالة
$CH_3COOH_{(aq)}$	$+ H_2O_{(l)}$	$\rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)}$	$+ H_3O^+_{(aq)}$		
$n(CH_3COOH)$	$n(H_2O)$	$n(CH_3COO^-)$	$n(H_3O^+)$		
n_i	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
$n_i - x$	بوفرة	x	x	x	حالة التحول
$n_i - x_f$	بوفرة	x_f	x_f	x_f	الحالة النهائية

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

$$[H_3O^+]=[CH_3COO^-]=\frac{x}{V_S}$$

إذن عند التوازن : $\sigma=(\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{CH_3COO^-}).\frac{x_{éq}}{V_S}$ ومنه:

$$[H_3O^+]_{éq}=[CH_3COO^-]_{éq}=\frac{x}{V_S}=\frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{CH_3COO^-}}=\frac{343\times10^{-6}\times10^2\,S/m}{(35+4{,}09)\times10^{-3}\,S.m^2/mol}=0{,}877mol/m^3=8{,}77\times10^{-4}mol/\ell$$

$$[CH_3COOH]_{éq}=\frac{n_i-x}{V_S}=\frac{n_i}{V_S}-\frac{x}{V_S}=c-[H_3O^+]_{éq}=5\times10^{-2}-8{,}77\times10^{-4}=4{,}9\times10^{-2}mol/\ell$$

ب) خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن.

$$Q_{r,éq}=\frac{[CH_3COO^-]_{éq}\times[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}}=\frac{[H_3O^+]_{éq}^{\ 2}}{c-[H_3O^+]_{éq}}\frac{(8{,}77\times10^{-4})^2}{4{,}9\times10^{-2}}\approx1{,}57\times10^{-5}$$

III ثابتة التوازن المقرونة بتحول كيميائي:

1) خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند درجة حرارة ثابتة.

بينت القياسات أن عند درجة حرارة معينة يكون خارج التفاعل عند التوازن ثابتا أيا كانت الحالة البدئية للمجموعة.

2) تعريف ثابتة التوازن :

ثابتة التوازن لتفاعل كيميائي معادلته : $\alpha A_{(aq)}+\beta B_{(aq)} \rightleftharpoons \gamma C_{(aq)}+\delta D_{(aq)}$

تكتب كما يلي : $$K=Q_{r,éq}=\frac{[C]_{éq}^{\gamma}\ [D]_{éq}^{\delta}}{[A]_{éq}^{\alpha}\ [B]_{éq}^{\beta}}$$

ثابتة التوازن K مقدار بدون وحدة ، وهي لا تتعلق سوى بدرجة الحرارة.

ملحوظة : كما هو الشأن بالنسبة لخارج التفاعل فإن ثابتة التوازن مقرونة بمعادلة التفاعل مكتوبة في منحى معين.

فمثلا بالنسبة للتوازن : $\gamma C + \delta D \rightleftharpoons \alpha A+\beta B$

لدينا : $$K'=\frac{1}{k}=\frac{[A]_{éq}^{\alpha}\ [B]_{éq}^{\beta}}{[C]_{éq}^{\gamma}\ [D]_{éq}^{\delta}}$$

VI تاثيركل من الحالة البدئية وثابتة التوازن على نسبة تقدم التفاعل عند التوازن :

1) تأثير الحالة البدئية :

نعتبر تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء ، جدول تقدم التفاعل هو:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	$n(H_3O^+)$	$n(CH_3COO^-)$	$n(H_2O)$	$n(CH_3COOH)$
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	n_i
حالة التحول	x	x	x	بوفرة	n_i-x
حالة التوازن	$x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$	بوفرة	$n_i-x_{éq}$

نحصل على التقدم الأقصى عند اختفاء المتفاعل المحد كليا ، أي: $n_{i\,(CH_3COOH)}=x_{max}$

نسبة تقدم التفاعل عند التوازن هي: $$\tau=\frac{x_{éq}}{x_{max}}=\frac{x_{éq}}{n_i(CH_3COOH)}=\frac{[H_3O^+]_{éq}}{c}$$

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

يعطي الجدول التالي بالنسبة لمحلولين مائيين لحمض الإيثانويك تركيزاهما $c_1 = 5\times10^{-2}\,mol/\ell$ و $c_2 = 5\times10^{-3}\,mol/\ell$ ، البدئيان :

$5,0.10^{-2}$	$5,0.10^{-3}$	c $(mol.L^{-1})$
$8,9.10^{-4}$	$2,8.10^{-4}$	$[H_3O^+]_{éq}$ $(mol.L^{-1})$
1,8 %	5,6 %	τ

الشيء الذي يبين أنه كلما كان المحلول مخففا كلما كانت نسبة التقدم عند التوازن كبيرة .

تتعلق قيمة نسبة تقدم التفاعل عند التوازن بالحالة البدئية للمجموعة ، فكلما كانت التراكيز صغيرة كلما كانت نسبة التقدم عند التوازن كبيرة.

1)تأثير ثابتة التوازن على نسبة التقدم النهائي:

لنبرهن باستعمال مثال بسيط ، نعتبر التفاعل التالي: $A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightleftharpoons C_{(aq)} + D_{(aq)}$

ثابتة توازنه تكتب كما يلي: $K = \dfrac{[C]\times[D]}{[A]\times[B]}$

بحيث المتفاعلات لها نفس التركيز البدئي c (أي $n(A)_O = n(B)_O$) .

جدول تقدم التفاعل يكتب كما يلي :

معادلة التفاعل	$A_{(aq)}$	+	$B_{(aq)}$	⇌	$C_{(aq)}$	+	$D_{(aq)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة				بالمول	
الحالة البدئية	0	0			0	$n_o(B)$	$n_o(A)$
حالة التوازن	$x_{éq}$	$x_{éq}$			$x_{éq}$	$n_o(B)-x_{éq}$	$n_o(A)-x_{éq}$

لنعوض هذا الجدول بجدول يتضمن التراكيز عوض كميات المادة.

لنلاحظ أولا أن:

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}} \quad \Rightarrow \quad x_{éq} = \tau . x_{max}$$

إذن: $x_{éq} = \tau . n(A)_O$

بقسمة جميع كميات المادة الواردة في الجدول السابق بعد تعويض:$x_{éq}$ على حجم المحلول نحصل على الجدول التالي:

معادلة التفاعل	$A_{(aq)}$	+	$B_{(aq)}$	⇌	$C_{(aq)}$	+	$D_{(aq)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة				بالمول	
الحالة البدئية	0	0			0	c	c
حالة التوازن	$\tau.c$	$\tau.c$			$\tau.c$	$c-\tau.c$	$c-\tau.c$

تعبير ثابتة التوازن يصبح : $K = \dfrac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$

هذا التعبير يبين أن نسبة تقدم التفاعل عند التوازن تتعلق بثابتة التوازن. ($\tau = \dfrac{1}{1+\dfrac{1}{\sqrt{K}}}$)

كلما كانت ثابتة التوازن كبيرة كلما كانت نسبة التقدم النهائي مرتفعة.

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع