مؤسسة حياة كريمة

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع

تعليمي

الكيمياء للثانوية العامة

مبادرة
تقدر في ١٠ ايام

www.hayakarima.com

الباب الثالث

الاتزان الكيمائي

الاتزان في الأنظمة المتزنة

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

قاعدة لوشاتيلييه

من جملة المشاهدات السابقة وغيرها استطاع العالم الفرنسي لوشاتيلييه "Le Chateller"أن يضع قاعدة تعرف باسمه وهي تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز وحرارة وضغط على الأنظمة المتزنة

قاعدة لوشاتيلييه

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان مثل : التركيز ، الضغط ، درجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير.

تلخيص قاعدة لوشاتيلييه

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + NH_4Cl_{(aq)}$$

(أصفر باهت) (عديم اللون) (أحمر دموى)

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

تطبيقات على قاعدة لوشاتيلييه

ما أثر التغيرات التالية على كمية (تركيز) كلوريد الهيدروجين الناتجة في الإتزان التالي :

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad \Delta H = -1500\ KJ/mol$$

أ- إضافة المزيد من الكلور.

ب- سحب الهيدروجين من وسط التفاعل.

جـ - رفع درجة الحرارة (التسخين).

د – استخدام وعاء أصغر حجماً (زيادة الضغط).

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

ما أثر التغيرات التالية على كمية (تركيز) SO_3 الإتزان التالي :

$$SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} \qquad \Delta H = -189\ KJ/mol$$

أ- زيادة تركيز الأكسجين. ب- رفع درجة الحرارة.

جـ - خفض الضغط.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

تذكر جيدا

١- إذا كانت قيمة الـ KC أو KP أكبر من الواحد الصحيح فإن التفاعل الطردي هو السائد .

٢- إذا كانت قيمة الـ KC أو KP أكبر من الواحد الصحيح فإن التفاعل الطردي هو السائد .

٣- عندما تتناسب قيم K_c لنفس التفاعل طردياً مع قيم درجات الحرارة فهذا يدل على أن التفاعل ماص للحرارة.

٤- عندما تتناسب قيم K_c لنفس التفاعل عكسياً مع قيم درجات الحرارة فهذا يدل على أن التفاعل طارد للحرارة.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ١٩

للتفاعل التالي قيمتان لثابت الإتزان عند درجتي حرارة مختلفتين ، هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟ مع التفسير.

$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ $K_c = 67$ at 850°C

$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ $K_c = 50$ at ٤٤٨°C

الإجابة

التفاعل ماص للحرارة لأن قيمة ثابت الإتزان تتناسب طردياً مع درجة الحرارة.

أي أن بزيادة درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت الإتزان ، فيزداد تركيز النواتج ويقل تركيز المتفاعلات ، فيزاح التفاعل في الإتجاه الطردي.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

الإتزان الأيونى
تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الاتزان الأيوني
المحاليل الإلكتروليتية
تأين الماء
التميؤ
حاصل الإذابة

أولا : المحاليل الإلكتروليتية

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

إلكتروليتات

إلكتروليتات قوية

مواد تامة التأين (يتحول جميع جزيئاتها إلى أيونات) وتوصل التيار الكهربي توصيلاً قوياً.

١- محاليل الأملاح تامة الذوبان في الماء.

- كلوريد الصوديوم $NaCl$
- كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

٢- محاليل الأحماض المعدنية القوية.

- حمض الكبريتيك H_2SO_4
- حمض النيتريك HNO_3
- حمض البيروكلوريك $HClO_4$
- حمض الهيدروكلوريك HCl
- حمض الهيدروبروميك HBr
- حمض الهيدرويوديك HI

٣- محاليل القلويات القوية.

- هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$
- هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
- هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

إلكتروليتات ضعيفة

مواد غير تامة التأين (يتحول جزء ضئيل جزيئاتها إلى أيونات) وتوصل التيار الكهربي توصيلاً ضعيفاً.

١- محاليل الأملاح شحيحة الذوبان في الماء.

- كلوريد الفضة $AgCl$
- بروميد الرصاص II $PbBr_2$

٢- محاليل الأحماض الضعيفة.

- حمض الفوسفوريك H_3PO_4
- حمض الخليك CH_3COOH
- كل الأحماض العضوية (الاكربوكسيلية).

٣- محاليل القلويات الضعيفة.

- هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مقارنة بين عملية التفكك وعملية التأين

عملية التفكك	عملية التأين
عملية تحول وحدات صيغة المركبات الأيونية غير المتفككة – والمرتبطة بقوى جذب إلكتروستاتيكية – إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة عند ذوبانها في الماء.	عملية تحول جزيئات المركبات التساهمية غير المتأينة إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة عند ذوبانها في الماء.
* المركبات الأيونية الصلبة تامة في التفكك في الماء ومحاليلها موصلة جيدة للتيار الكهربي مثل : كلوريد الصوديوم الذائب في الماء.	١- مواد تأينها (١٠٠% تقريباً) ، وتامة التوصيل الكهربي. مثل : غاز كلوريد الهيدروجين الذائب في الماء. ٢- مواد تأينها (محدود جداً) ، وضعيفة التوصيل الكهربي مثل : حمض الخليك النقي الذائب في الماء.

يمكن تقسيم عملية التأين إلى تأين تام وتأين غير تام

	التأين التام	التأين الضعيف
التعريف	عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات ، وتحدث في الإلكتروليتات القوية.	عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات ، وتحدث في الإلكتروليتات الضعيفة.
مثال	$HCl_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

الاتزان الأيونى

إتزان ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها غير المتأينة والأيونات الناتجة عنها.

مقارنة بين الإتزان الكيميائى والإتزان الأيونى

	الإتزان الكيميائي	الاتزان الأيوني
التعريف	نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تركيزات المتفاعلات والنواتج ويظل الإتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب) وما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة.	اتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها والأيونات الناتجة.
مثال	$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه) $[H_3O^+]$

لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً ... علل ؟

لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء ويرتبط مع جزئ الماء برابطة تناسقية مكوناً أيون الهيدرونيوم

$$HCl_{(g)} + H_2\ddot{O}_{(\ell)} \longrightarrow H_2O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

قانون أستفالد للتخفيف (١٨٨٨ م)

قانون استفالد للتخفيف

تمكن استفالد من ايجاد العرفة العكسية بين درجة التفكك أو التأين (∝) والتركيز (C) بوحدة mol/L لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة.

- وتكون الصيغة النهائية لقانون استفالد على إحدى الصور التالية :

$$k_a = \alpha^2 \times C_a$$ Or $$\alpha^2 = \frac{K_a}{C_a}$$ Or $$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

وتعرف هذه العلاقة بقانون استفالد للتخفيف وهو يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (∝) ودرجة تخفيفه ويتضح منها

" أنه عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة تأين الإلكتروليت الضعيف (∝) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة K_a ثابتة "

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

الجدول التالي يبين قيم ثابت التأين لبعض الاحماض الضعيفة.

اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	ثابت التأين (K_a)
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	1.7×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.7×10^{-4}
حمض النيتروز	HNO_2	5.1×10^{-4}
حمض الخليك (الأسيتيك)	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.4×10^{-7}
حمض البوريك	H_2BO_3	5.8×10^{-10}

إثبات قانون استفالد

$$K_a = \alpha^2 \times C_a$$

العلاقة بين ثابت التأين (K_a) لحمض ضعيف وتركيزه (C_a) ودرجة تأينه (α)

$$K_b = \alpha^2 \times C_b$$

العلاقة بين ثابت التأين (K_b) لقاعدة ضعيفة وتركيزها (C_b) ودرجة تأينها (α)

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

احسب درجة تأين في محلول 0.1 mol/L من حمض الهيدروسيانيك (HCN) عند 25°C علماً بأن ثابت إتزان الحمض (K_a) = 7.2×10^{-10}

الإجابة

$$\propto = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2\times10^{-10}}{0.1}} = 8.49 \times 10^{-5}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال ٢١

احسب ثابت التأين (K_a) لحمض عضوي ضعيف أحادي البروتون إذا كانت نسبة تأين هذا الحمض تساوي 3% وتركيزه 0.2 mol/L

الإجابة

$$\alpha = 3\% = \frac{3}{100} = 0.03$$

$$K_a = \alpha^2 \times C_a = (0.03)^2 \times 0.2 = 1.8 \times 10^{-}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٢٢

احسب درجة تأين في محلول 0.01 mol/L من محلول الأمونيا (NH_4OH) عند 25°C علماً بأن ثابت إتزان القاعدة (K_b) = 1.6×10^{-5}

الإجابة

$$\propto = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.6\times10^{-5}}{0.01}} = 0.04$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٢٣

احسب تركيز الميثيل أمين CH_3NH_2 علماً بأن ثابت إتزانه $(K_b) = 9 \times 10^{-6}$ ودرجة تأينه $(\propto) = 0.015$

الإجابة

$$C_b = \frac{K_b}{\propto^2} = \frac{9\times10^{-6}}{(0.015)^2} = 0.04 \text{ mol / L}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

أهم القوانين

ما يخص الحمض $[H_3O^+]$	ما يخص القاعدة $[OH^-]$
درجة تفكك اوتأين الحمض او القاعدة α	
$\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{Ca}}$	$\alpha = \sqrt{\frac{Kb}{Cb}}$
تركيز $[H_3O^+]$	تركيز $[OH^-]$
$[H_3O^+] = \sqrt{Ca \times Ka}$	$[OH^-] = \sqrt{Cb \times Kb}$
$[H_3O^+] = \frac{Ka}{\alpha}$	$[OH^-] = \frac{Kb}{\alpha}$
$[H_3O^+] = \alpha \times C_a$	$[OH^-] = \alpha \times C_b$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٢٤

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم لمحلول 0.1 mol/L من حمض الخليك (at 25°C) ، علماً بأن ثابت تأين حمض الخليك 1.8×10^{-5}

الإجابة

$\because [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}$

$\therefore [H_3O^+] = 1.34 \times 10^{-3}$ mol / L

مثال ٢٥

احسب تركيز أيون الهيدروكسيد لمحلول 0.01 M من هيدروكسيد الأمونيوم ، علماً بأن ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم 3.6×10^{-5}

الإجابة

$\because [OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{3.6 \times 10^{-5} \times 0.01}$

$\therefore [OH^-] = 6 \times 10^{-4}$ mol / L

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٢٦

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم لمحلول 0.1 mol/L من حمض الخليك (at 25°C) ، علماً بأن نسبة تأينه 2.5%

الإجابة

$\propto = 2.5\% = \frac{2.5}{100} = 0.025$

$\therefore [H_3O^+] = \propto \times C_a = 0.025 \times 0.1$

$\therefore [H_3O^+] = 2.5 \times 10^{-3}$ mol / L

مثال ٢٧

احسب تركيز أيون الهيدروكسيد لمحلول 0.05 M من من محلول النشادر (at 25°C) ، علماً بأن نسبة تأينه 1.25%

الإجابة

$\propto = 1.25\% = \frac{1.25}{100} = 0.0125$

$\therefore [OH^-] = \propto \times C_b = 0.0125 \times 0.05$

$\therefore [OH^-] = 6.25 \times 10^{-4}$ mol / L

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

تأين الماء

ثانيا : تأين الماء

الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربي توصيلاً ضعيفاً ، ويعبر عن تأينه بالاتزان التالي :

$$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

- وللتبسيط يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالي : $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

ويعبر عن ثابت الاتزان كما يلي : $K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$

∵ مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر كما يتضح من قيمة ثابت الاتزان فإن تركيز الماء غير المتأين يعتبر مقدار ثابت ومن ثم يؤول التعبير السابق إلى العلاقة التالية بعد إهمال تركيز الماء غير المتأين. $K_w = [H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

وحيث أن : الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس ... علل ؟.

لأن تركيز أيون الهيدروجين المسئول عن الحموضة مساوياً لتركيز أيون الهيدروكسيل المسئول عن القلوية.

ولذلك فإن : $K_w = [10^{-7}]\,[10^{-7}] = 10^{-14}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

الحاصل الأيونى للماء (K_w)

حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء ويساوي 1×10^{-14} عند 25°C

ملاحظات

١- الحاصل الأيوني للماء يساوي عددياً 10^{-14} عند 25°C ، وهو يعني أن الماء إلكتروليت ضعيف جداً
٢- الحاصل الأيوني للماء مقدار ثابت فإذا زاد تركيز أيون الهيدروجين قل تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار وإذا عرف تركيز أحد الأيونين أمكن معرفة تركيز الآخر

الأس أو الرقم الهيدروجينى (pH)

نوع المحلول	pH	pOH
حمضي	أقل من ٧	اكبر من ٧
قاعدي	اكبر من ٧	أقل من ٧
متعادل	يساوي ٧	يساوي ٧

١- اللوغاريتم السالب (للأساس ١٠) لتركيز أيون الهيدروجين.
٢- أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدة للمحاليل المائية.

الصيغة الرياضية له : $pH = - \log [H^+] = - \log [H_3O^+]$

حيث أن حرف (p) يعني (- log)

وإذا رجعنا لمعادلة الحاصل الأيوني للماء وبأخذ اللوغاريتم السالب لهذه المعادلة فإنها تصبح :

$$- \log [Kw] = (- \log [H^+]) + (- \log [OH^-])$$
$$- \log 10^{-14} = (- \log 10^{-7}) + (- \log 10^{-7})$$

وباستبدال القيمة (- log) بالحرف (p) فإن المعادلة تصبح : $K_w = p^H + p^{OH} = 14$

جهاز قياس الرقم الهيدروجيني

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

الحاصل الأيوني للماء $K_W = [H^+]\,[OH^-] = [10^{-7}]\,[10^{-7}] = 10^{-14}$

الرقم الهيدروجيني

$pH = - \log [H^+] = - \log [H_3O^+]$

$[H^+] = [H_3O^+] = 10^{-pH}$

الرقم الهيدروكسيلي

$pOH = - \log [OH^-]$

$[OH^-] = 10^{-pOH}$

$pH + pOH = 14$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال ٢٩

هيدروكسيد الأمونيوم قاعدة ضعيفة تركيزها (0.1 mol / L) ، وثابت تأينها (K_b) = 1.6×10^{-5} ،احسب ما يلي :

(١) درجة تأين القاعدة.

(٢) تركيز أيون الهيدروكسيل في المحلول القاعدي.

(٣) الرقم الهيدروكسيلي pOH للمحلول.

(٤) الرقم الهيدروجيني pH للمحلول

الإجابة

(1) $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{-5}}{0.1}} = 0.0126$

(2) $[OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{1.6 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.26 \times 10^{-3}$

(3) $pOH = - \log [OH^-] = - \log (1.26 \times 10^{-3}) = 2.89$

(4) $pH = pK_W - pOH = 14 - 2.89 = 11.11$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٣٠

أذيب 0.6 g من حمض الخليك في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 500 mL ، فإذا علمت أن :
ثابت إتزان الحمض 1.8×10^{-5} ، احسب الأس الهيدروكسيلي لحمض الخليك. [H = 1 , C = 12 , O = 16]

الإجابة

الكتلة المولية لحمض الخليك $(CH_3COOH) = (2 \times 12) + (4 \times 1) + (2 \times 16) = 60$ g

عدد المولات $= \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \frac{0.6}{60} = 0.01$ mol

حجم المحلول $= \frac{500}{1000} = 0.5$ L

تركيز الحمض $(C_a) = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02$ mol / L

$[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.02} = 6 \times 10^{-4}$ mol / L

$pH = - \log [H^+] = - \log (6 \times 10^{-4}) = 3.22$

$pOH = pK_w - pOH = 14 - ٣.٢٢ = 10.78$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال ٣١

احسب قيمة الأس الهيدروكسيلي لمحلول 0.2 mol / L من حمض الأسيتيك نسبة تأينه 0.05 %

الإجابة

∵ درجة التأين $(\propto) = \frac{0.05}{100} = 5 \times 10^{-4}$

∴ $[H^+] = \propto \times C_a = 5 \times 10^{-4} \times 0.2 = 1 \times 10^{-4}$ mol / L

∴ $pH = -\log [H^+] = -\log (1 \times 10^{-4}) = 4$

∴ $pOH = 14 - pH = 14 - 4 = 10$

مثال ٣٢

احسب تركيز أيون الهيدروكسيل لحمض الأس الهيدروجيني له يساوي 3.5

الإجابة

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.5} = 3.16 \times 10^{-4}$ mol / L

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.16 \times 10^{-4}} = 3.16 \times 10^{-11}$ mol / L

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

الإلكتروليتات القوية

الأحماض القوية أحادية البروتون (H+)

$$HCl_{(aq)} \xrightarrow{water} H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$[H^+] = C_a$

الأحماض القوية ثنائية البروتون ($2H^+$)

$$H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{water} 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$[H^+] = 2 \times C_a$

القواعد القوية أحادية الهيدروكسيد ($2OH^-$)

$$NaOH_{(aq)} \xrightarrow{water} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$[OH^-] = C_b$

القواعد القوية ثنائية الهيدروكسيد ($2OH^-$)

$$Ba(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{water} Ba^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$[OH^-] = 2 \times C_b$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال ٣٣

احسب الأس الهيدروجيني والأس الهيدروكسيلي لمحلول (10^{-3} mol / L) من حمض الهيدروكلوريك

الإجابة

$$HCl_{(aq)} \xrightarrow{Water} H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

10^{-3} M 10^{-3} M 10^{-3} M

$\because [H^+] = C_a = 10^{-3}$ M

$\therefore pH = - \log [H^+] = - \log (10^{-3}) = 3$

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 3 = 11$

مثال ٣٥

احسب الأس الهيدروكسيلي والأس الهيدروجيني لمحلول (0.01 mol / L) من هيدروكسيد الصوديوم

الإجابة

$$NaOH_{(aq)} \xrightarrow{Water} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

0.01 M 0.01 M 0.01 M

$\because [OH^-] = C_b = 0.01$ M

$\therefore pOH = - \log [OH^-] = - \log (0.01) = 2$

$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 2 = 12$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال ٣٤

احسب الأس الهيدروكسيلي لمحلول (0.005 mol / L) من حمض الكبريتيك.

الإجابة

$$H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{Water} 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

0.005 M 0.01 M 0.005 M

$\because [H^+] = 2 \times C_a = 2 \times 0.005 = 0.01\ M$

$\therefore pH = - \log [H^+] = - \log (0.01) = 2$

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 2 = 12$

مثال ٣٦

احسب الأس الهيدروجيني لمحلول (0.001 mol / L) من هيدروكسيد الباريوم.

الإجابة

$$Ba(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{Water} Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

0.001 M 0.001 M 0.002 M

$\because [OH^-] = 2 \times C_b = 2 \times 0.001 = 0.002\ M$

$\therefore pOH = - \log [OH^-] = - \log (0.002) = 2.7$

$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 2.7 = 11.3$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

خلاصة القوانين

الحمض الضعيف		القاعدة الضعيفة	
درجة التفكك	$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$	درجة التفكك	$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$
تركيز أيون الهيدرونيوم	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$ $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ $[H_3O^+] = \alpha \times C_a$ $[H_3O^+] = \frac{K_W}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{[OH^-]}$	تركيز أيون الهيدروكسيل	$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b}$ $[OH^-] = 10^{-pOH}$ $[OH^-] = \alpha \times C_b$ $[OH^-] = \frac{K_W}{[H_3O^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{[H_3O^+]}$
الأس الهيدروجيني	$pH = -\log [H_3O^+]$ $pH = pK_W - pOH$ $pH = 14 - pOH$	الأس الهيدروكسيلي	$pOH = -\log [OH^-]$ $pOH = pK_W - pH$ $pOH = 14 - pH$

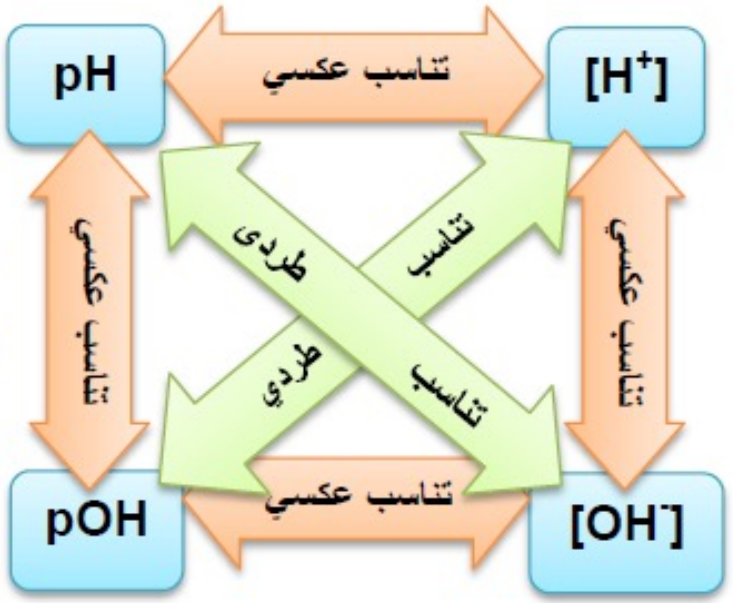
$$[H_3O^+]\,[OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$
$$pH + pOH = 14$$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

علاقات هامة

تزداد قوة الحمض الضعيف كلما :

- زادت قيمة $[H^+]$
- قلت قيمة $[OH^-]$
- زادت قيمة pOH
- قلت قيمة pH
- زادت قيمة (K_a)
- زادت قيمة درجة التفكك (α)



تزداد قوة القلوى الضعيف كلما :

- زادت قيمة $[OH^-]$
- قلة قيمة $[H^+]$
- زادت قيمة pH
- قلت قيمة pOH
- زادت قيمة (K_b)
- زادت قيمة درجة التفكك (α)

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

ثالثا : التحلل المائي للأملاح (التميؤ)

تفاعل الملح مع الماء لتكوين الحمض والقلوي المشتق منهما الملح

تجربة

احضر أربع أنابيب اختبار وضع في الأولى محلول كربونات الصوديوم وفي الثانية محلول كلوريد الأمونيوم وفي الثالثة محلول أسيتات (خلات) الأمونيوم وفي الرابعة محلول كلوريد الصوديوم ، واكشف عن المحاليل الأربعة بورق عباد الشمس وتأكد من صحة البيانات الموضحة في الجدول التالي.

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- تأثير محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3	تزرق ورقة عباد الشمس	المحلول قاعدي
٢- تأثير محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl	تحمر ورقة عباد الشمس	المحلول حمضي
٣- تأثير محلول أسيتات الأمونيوم CH_3COONH_4	لا تتأثر	المحلول متعادل
٤- تأثير محلول كلوريد الصوديوم $NaCl$	لا تتأثر	المحلول متعادل

ويمكن تفسير نتائج الجدول السابق كما يلي :

١- التحلل المائي (تميؤ) ملح كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية)

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)

- عند إذابة كربونات الصوديوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم وأيونات الكربونات تبعاً للمعادلات التالية :

$$Na_2CO_{3(s)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2OH^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)}$$

$$Na_2CO_{3(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + H_2CO_{3(aq)}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلي :

- لا يتكون هيدروكسيد صوديوم ؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء في المحلول ، ولا يؤثر أيونات الصوديوم في إتزان الماء

- يتكون حمض الكربونيك ، لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الكربونات في المحلول

- ولكي يسترجع الاتزان ثانية فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات (H^+)

- ويترتب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (OH^-) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (H^+)

- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجيني ($pH > 7$) ويكون محلول كربونات الصوديوم قاعدياً

(٢) التحلل المائى (تميؤ) ملح كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى وقاعدة ضعيفة)

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطى أيونات الهيدروجين (H^-) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-) .
- عند إذابة كلوريد الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الكلوريد وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية

1- $NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

2- $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$$H_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

* ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلى:

- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك ؛ لأنه إلكتروليت قوى تام التأين فيزداد تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء فى المحلول ، ولا يؤثر أيونات الكلوريد فى إتزان الماء.
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم ، لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء لإتحادها مع أيونات الأمونيوم فى المحلول.
- ولكى يسترجع الاتزان ثانية فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص فى تركيز أيونات (OH^-)
- ويترسب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (H^+) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (OH^-)
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجينى ($pH < 7$) ويكون محلول كلوريد الأمونيوم حامضياً.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(٣) التحلل المائى (تميؤ) ملح أسيتات الأمونيوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقلوى ضعيف)

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطى أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-) .
- عند إذابة أسيتات الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات ألأسيتات وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية

1- $CH_3COONH_{4(s)} \rightleftharpoons Ch_3COO^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)}$

2- $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

$$CH_3COONH_{4(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$$

- يتكون كل من حمض الأسيتيك وهيدروكسيد الأمونيوم ؛ لأن كلاهما إلكتروليت ضعيف غير تام التأين.
- مما يعنى أن تركيز أيونات يكافئ تركيز أيونات (OH^-)
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجينى ($pH = 7$) ويكون محلول أسيتات الأمونيوم متعادلا.

(٤) التحلل المائى كلوريد صوديوم (ملح مشتق من حمض قوى وقاعدة قوية)

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطى أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-) .
- عند إذابة كلوريد الصوديوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد تبعاً للمعادلات التالية

1- $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

2- $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$NaCl_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

- لا يتكون أى من حمض الهيدروكلوريك أوهيدروكسيد الصوديوم ؛ لأن كلاهما إلكتروليت قوى تام التأين.
- مما يعنى أن تركيز أيونات (H^+) يكافئ تركيز أيونات (OH^-)
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجينى (pH = 7) ويكون محلول كلوريد الصوديوم متعادلا.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مقارنة بين التميؤ والتعادل

التميؤ	التعادل
عملية ذوبان الملح فى الماء لينتج الحمض والقلوى المشتق منهما الملح. وتعتمد الخاصية الحامضية والقاعدية لمحلول الملح على قوة كل من الحمض والقلوى الناتجين من ذوبان الملح فى الماء	تفاعل حمض وقلوى لينتج ملح وماء

رابعا حاصل الإذابة

- لكل ملح صلب حد معين للذوبان فى الماء عند درجة حرارة معينة وعند الوصول لهذا الحد تصبح المادة المذابة فى حالة إتزان ديناميكى مع المادة غير المذابة ويوصف المحلول حينئذ بالمحلول المشبع ، ويطلق على تركيزه درجة الذوبان .

المحلول المشبع

المحلول الذى تكون المادة المذابة فيه فى حالة إتزان ديناميكى مع المادة غير المذابة

درجة الذوبان

تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة

ملاحظات

مدى ذوبانية الأملاح الصلبة فى الماء واسع جداً

١. ذوبانية نترات البوتاسيوم KNO_3 فى الماء تساوى 31.6 g / 100 g عند 20°C
٢. ذوبانية كلوريد الفضة AgCl فى الماء تساوى 0.0016 g / 100 g عند 20°C

فإذا أخذت كمية من برميد الرصاص II ($PbBr_2$) ورجت فى الماء ، فإن كمية ضئيلة جداً سوف تذوب ويتأين جزء منها وفقاً للمعادلة الآتية:

$$PbBr_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + 2Br^{-}_{(aq)}$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة عليها فإن ثابت الإتزان :

$$K_{sp} = \frac{[Pb^{2+}][Br^{-}]^2}{[PbBr_2]}$$

وحيث أن تركيز $PbBr_2$ الصلب يظل ثابتاً تقريباً فإن

$$K_{sp} = [Pb^{2+}]\,[Br^{-}]^2$$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

مثال ٤٠

رتب المواد شحيحة الذوبان التالية والتى لها قيمة حاصل الإذابة الموضحة تصاعدياً حسب سرعة الترسيب

- كبريتات الفضة Ag_2SO_4 $(1.1x10^{-5})$
- هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ $(1.0x10^{-18})$
- هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$ $(1.0x10^{-36})$
- كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ $(4.9x10^{-11})$

الإجابة

كبريتات الفضة < كربونات الكالسيوم < هيدروكسيد الخارصين < هيدروكسيد الحديد III

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال 41

أكتب تعبيراً لحاصل إذابة محلول مشبع من كبريتيد البزموت Bi_2S_2

الإجابة

$$Bi_2S_{3(aq)} \rightleftharpoons 2Bi^{3+}_{(aq)} + 3S^{2-}_{(aq)}$$

$$\therefore K_{sp} = [Bi^{3+}]^2 [S^{2-}]^3$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مثال 42

احسب قيمة حاصل الإذابة لملح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، علماً بأن :

- تركيز أيونات الكالسيوم $2x10^{-8}$ mol / L (٢) تركيز أيونات الفوسفات $1x10^{-3}$ mol / L

الإجابة

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

$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2 = (2x10^{-8})^3 \times (1x10^{-3})^2 = 8x10^{-30}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة
شكراً
إعداد : أ. إيمان الدهشان
تواصل معنا
contact@hayakarima.com