

حسابات الحموض الضعيفة

في الحموض الضعيفة يكون تأين الحمض جزئياً، وعليه يمكن حساب $[H_3O^+]$ عن طريق ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف في الماء.

HA	+	H ₂ O	⇌	A ⁻	+	H ₃ O ⁺	
ص				صفر		صفر	التركيز عند البداية
- س				+ س		+ س	التغير في التركيز
ص - س				س		س	التركيز عند الاتزان

ثابت الاتزان

$$\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]} = K_c$$

وبما أن $[H_2O]$ ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمج مع ثابت الاتزان في ثابت جديد هو K_a

$$\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = K_a$$

K_a : ثابت تأين الحمض الضعيف، ويتغير من حمض ضعيف لآخر.

وللتسهيل تهمل قيمة (س) المتفككة من الحمض HA ، ويصبح [HA] عند الاتزان = ص

وبما أن $[A^-] = [H_3O^+] = س$ عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{س^2}{ص} = \frac{س \times س}{ص} = K_a$$

$$س^2 \times K_a = ص$$

$$س = \sqrt{\frac{ص}{K_a}}$$

حيث:

س : تركيز أيون الهيدرونيوم أو تركيز الأيون السالب الناتج من تفكك الحمض.

ص : تركيز الحمض الأصلي (تركيزه لا يتغير بعد التفكك).

K_a : ثابت تأين الحمض.

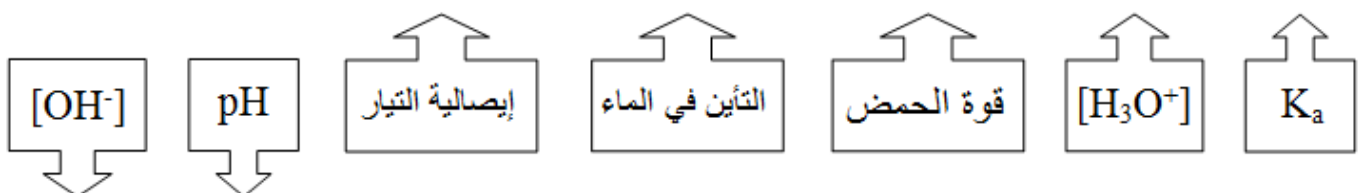
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

$$[H_3O^+] = \sqrt{[HA] \times K_a}$$

وتستخدم العلاقة السابقة لحساب $[H_3O^+]$ في محاليل الحموض الضعيفة.

تعد قيمة K_a مقياساً لقدرة الحمض على تكوين أيونات $[H_3O^+]$ ، فكلما زادت قيمة K_a زاد $[H_3O^+]$ وزادت قوة الحمض مع ملاحظة أن الحموض القوية ليس لها قيم ثوابت تأين.

ومن الضروري حفظ العلاقات التالية:



سؤال 1 :

احسب $[H_3O^+]$ في محلول حمض الميثانويك $HCOOH$ بتركيز 0,1 مول/لتر ($K_a = 1,6 \times 10^{-4}$).

الحل:

$HCOOH$	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	H_3O^+	+	$HCOO^-$	
١,٠				صفر		صفر	قبل الاتزان
- س				+ س		+ س	التغير
١,٠ - س				س		س	بعد الاتزان

$$\frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = K_a$$

وبما أن $[H_3O^+] = [HCOO^-] = س$ عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح :

$$\frac{س \times س}{س - ٠,١} = K_a$$

وبإهمال (س) المتفككة من الحمض تصبح العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$\frac{س^2}{٠,١} = \frac{س \times س}{٠,١} = K_a$$

$$س = \sqrt{٠,١ \times K_a}$$

وبالتعويض في ثابت التأيّن:

$$س = \sqrt{٠,١ \times ١٠^{-4} \times ١,٦}$$

$$س = [H_3O^+] = ٤ \times ١٠^{-٣} \text{ مول / لتر}$$

سؤال 2 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأيّن (K_a) لبعض الحموض الضعيفة عند درجة 25°س، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم الحمض	صيغة الحمض	K_a
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	$1,5 \times 10^{-2}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$7,2 \times 10^{-4}$
حمض النيتريت	HNO_2	4×10^{-4}
حمض الميثانويك	HCOOH	$1,7 \times 10^{-4}$
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	$6,5 \times 10^{-5}$
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	$1,8 \times 10^{-5}$
حمض الكربونيك	H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$
حمض الهيپوكلوريت	HOCl	$3,5 \times 10^{-8}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	$6,2 \times 10^{-10}$

- اكتب صيغة الحمض الأقوى والحمض الأضعف في الجدول، ثم اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل منهما.
- أي الحمضين: H_2CO_3 أم HNO_2 المتساويين في التركيز يكون تركيز H_3O^+ أعلى؟
- أيهما له أعلى رقم هيدروجيني: HF أم HOCl (لهما التركيز نفسه)؟
- أي الحمضين المتساويين في التركيز: HCOOH أم C_6H_5COOH أكثر تأيّنًا في الماء؟
- هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0,01 مول/لتر أكبر أم أقل من 2 ؟ ولماذا؟

سؤال 3 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأيّن (K_a) لحمضين، أجب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	K_a	تركيز محلول الحمض (مول/لتر)
HA	4×10^{-5}	0,004
HB	1×10^{-5}	0,9

1. أي الحمضين أقوى؟
2. في أي محلولي الحمضين يكون تركيز أيون الهيدرونيوم أعلى؟
3. أي محلولي الحمضين أعلى pH؟

سؤال 4 :

يبين الجدول المجاور تركيز أيون الهيدرونيوم لثلاثة حموض ضعيفة متساوية التركيز. ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التالية:

الحمض	$[H_3O^+]$
HX	7×10^{-4}
HY	4×10^{-6}
HZ	4×10^{-4}

1. اكتب صيغة الحمض الأقوى.
2. ما القاعدة المرافقة لكل من الحموض المذكورة؟
3. أي محاليل الحموض المذكورة تمتلك قيمة pH أعلى؟
4. رتب محاليل الحموض الموجودة في الجدول حسب $[OH^-]$.
5. أي محاليل الحموض يوصل التيار الكهربائي بشكل أكبر؟
6. اكتب صيغ الدقائق الموجودة في محلول HZ عند الاتزان.

سؤال 5 :

احسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HF تركيزه 0,05 مول/لتر. (لو 6 = 0,78)

علماً بأن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي $7,2 \times 10^{-4}$

سؤال 6 :

احسب تركيز محلول حمض HNO_2 الذي رقمه الهيدروجيني 2,4
 علماً بأن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 4×10^{-4} . (لو $4 = 0,6$)

سؤال 7 :

احسب قيمة K_a لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه 0,2 مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني يساوي 4

سؤال 8 :

أذيب (1,22) غ من حمض البنزويك ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) في لتر من الماء فتبين أن $[\text{H}_3\text{O}^+]$ يساوي 8×10^{-4} مول/لتر. احسب قيمة K_a (الكتلة المولية للحمض = 122 غ/مول).

سؤال 9 :

الحمض	المعلومات
HD	$K_a = 2 \times 10^{-7}$
HC	$K_a = 4 \times 10^{-3}$
HZ	$[\text{Z}^-] = 5 \times 10^{-5}$
HB^+	$[\text{B}] = 5 \times 10^{-6}$
HQ	$\text{pH} = 5$
HX	$\text{pH} = 3,4$

يبين الجدول المجاور بعض الحموض الضعيفة بتركيز 0,2 مول/لتر لكل منها. أجب عن الأسئلة التالية:
 (لو $5 = 0,7$)

- أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟
- أي الحمضين: HZ أم HB^+ يمتلك محلوله $[\text{OH}^-]$ أعلى؟
- أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة K_a أعلى؟
- أي الحمضين: HQ أم HZ يمتلك قيمة pH أقل؟
- أي الحمضين: HX أم HZ أكثر تأيناً في الماء؟

6. كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB^+ ؟

سؤال 10 :

يبين الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الافتراضية الضعيفة متساوية التركيز (0,1) مول/لتر وقيم pH لها، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

محلل الحمض	XH^+	HY	H_2A	HQ	HZ	HB
pH	5	4	3	4,5	6	6,3

1. أي الحمضين أقوى: HY أم HQ ؟
2. اكتب معادلة تفاعل B^- مع H_2A .
3. أي حموض الجدول يمتلك قيمة K_a أعلى ؟
4. كم تبلغ قيمة K_a للحمض HZ ؟
- 5- ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحمضين H_2A و XH^+ ؟

سؤال 11 :

رتب محاليل الحموض التالية تصاعدياً وفق زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:



سؤال 12 : سؤال موضوعي وزاري

إذا كانت قيمة pH تساوي (3) لمحلول من الحمض الضعيف HA تركيزه (0,1) مول/لتر . فإن قيمة K_a لهذا الحمض تساوي:

- (أ) 1×10^{-5} (ب) 1×10^{-6} (ج) 1×10^{-7} (د)
- 1×10^{-8}

إجابات أسئلة الدرس في الملفات المرفقة.