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_2O	⇌	A^-	+	H_3O^+	
ص				صفر		صفر	التركيز عند البداية
– س				+ س		+ س	التغير في التركيز
ص – س				س		س	التركيزعند الاتزان

ثابت الاتزان

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

وبما أن $[H_2O]$ ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمجه 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 $[H_3O^+] = [A^-]$ = س عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

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

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

$$\text{س} = \sqrt{\text{ص} \times K_a}$$

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.

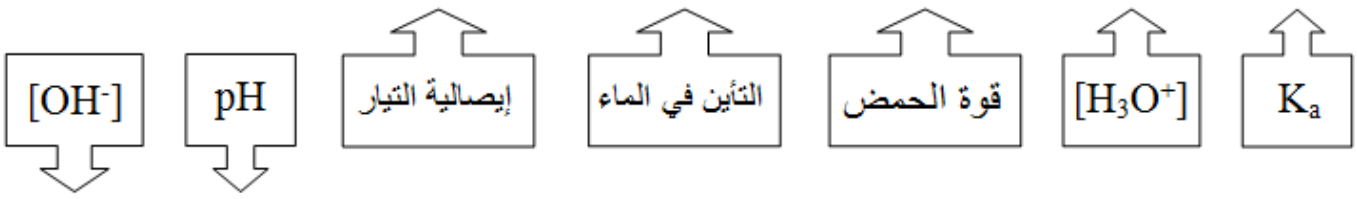
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

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 × 10^{-4}).

الحل:

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

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

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

$$\frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{٠,١ - س}} = K_a$$

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

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

$$\text{س} = \sqrt{\text{٠,١} \times K_a}$$

وبالتعويض في ثابت التأين:

$$\text{س} = \sqrt{\text{٠,١} \times \text{١٠}^{-٤} \times \text{١,٦}}$$

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

سؤال 2 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (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	$١,٥ \times ١٠^{-٣}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$٧,٢ \times ١٠^{-٤}$
حمض النيتريت	HNO_2	٤×١٠^{-٤}
حمض الميثانويك	HCOOH	$١,٧ \times ١٠^{-٤}$
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	$٦,٥ \times ١٠^{-٥}$
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
حمض الكربونيك	H_2CO_3	$٤,٣ \times ١٠^{-٧}$
حمض الهيبوكلوريت	HOCl	$٣,٥ \times ١٠^{-٨}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	$٦,٢ \times ١٠^{-١٠}$

1. اكتب صيغة الحمض الأقوى والحمض الأضعف في الجدول، ثم اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل منهما.
2. أي الحمضين: H_2CO_3 أم HNO_2 المتساويين في التركيز يكون تركيز H_3O^+ أعلى؟
3. أيهما له أعلى رقم هيدروجيني: HF أم HOCl (لهما التركيز نفسه)؟
4. أيّ الحمضين المتساويين في التركيز: HCOOH أم C_6H_5COOH أكثر تأيناً في الماء؟
5. 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 التأين (K_a) لحمضين، أجب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	K_a	تركيز محلول الحمض (مول/لتر)
HA	4×10^{-5}	٠,٠٠٤
HB	1×10^{-5}	٠,٩

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 المذكوره 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 pH 2,4

علماً بأن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 4×10^{-4} . (لــو 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 (C_6H_5COOH) في لتر من الماء فتبين أن $[H_3O^+]$ يساوي 8×10^{-4} مول/لتر. احسب قيمة K_a (الكتلة المولية للحمض = 122 غ/مول).

سؤال 9 :

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

الحمض	المعلومات
HD	$K_a = ٢ \times ١٠^{-٧}$
HC	$K_a = ٤ \times ١٠^{-٣}$
HZ	$[Z^-] = ٥ \times ١٠^{-٥}$
HB^+	$[B] = ٥ \times ١٠^{-٦}$
HQ	pH = ٥
HX	pH = ٣,٤

1. أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟
2. أي الحمضين: HZ أم HB^+ يمتلك محلوله $[OH^-]$ أعلى؟
3. أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة K_a أعلى؟
4. أي الحمضين: HQ أم HZ يمتلك قيمة pH أقل؟
5. أي الحمضين: HX أم HZ أكثر تأيناً في الماء؟

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

سؤال 10 :

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

محلول الحمض	XH^+	HY	H_2A	HQ	HZ	HB
pH	٥	٤	٣	٤,٥	٦	٦,٣

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:

$(CH_3COOH\ (K_a = 1,8 \times 10^{-5})$ ، HCl ، $HCOOH\ (K_a = 1,7 \times 10^{-4})$

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.