حسابات الحموض الضعيفة

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

	H_3O^+	+	A^-		H_2O	+	HA
التركيز عند البداية	صفر		صفر				ص
التغير في التركيز	+ س		+ س				− س
التركيزعند الاتزان	س		س				ص − س

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:

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

$$س^2 = K_a \times ص$$

$$س = \sqrt{K_a \times ص}$$

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.

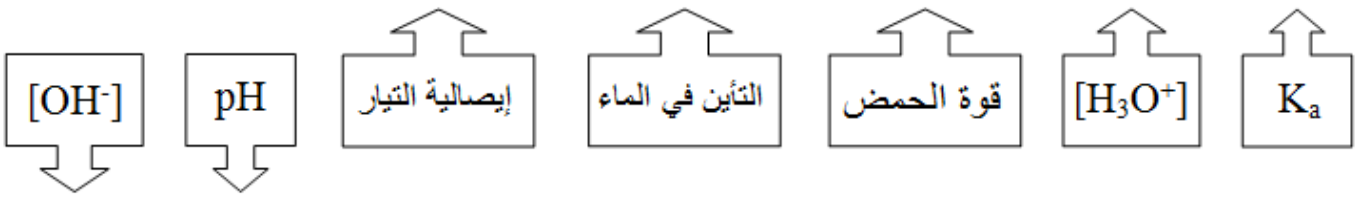
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

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:

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

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

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

$$K_a = \frac{س \times س}{٠,١ - س}$$

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

$$K_a = \frac{س \times س}{٠,١} = \frac{س^٢}{٠,١}$$

$$س = \sqrt{K_a \times ٠,١}$$

وبالتعويض في ثابت التأين:

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

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

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 × ١٠^-٢
حمض الهيدروفلوريك	HF	٧,٢ × ١٠^-٤
حمض النيتريت	HNO_2	٤ × ١٠^-٤
حمض الميثانويك	HCOOH	١,٧ × ١٠^-٤
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	٦,٥ × ١٠^-٥
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	١,٨ × ١٠^-٥
حمض الكربونيك	H_2CO_3	٤,٣ × ١٠^-٧
حمض الهيبوكلوريت	HOCl	٣,٥ × ١٠^-٨
حمض الهيدروسيانيك	HCN	٦,٢ × 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	٤ × ١٠^-٥	٠,٠٠٤
HB	١ × ١٠^-٥	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	٧ × ١٠^-٤
HY	٤ × ١٠^-٦
HZ	٤ × ١٠^-٤

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} . (لـو 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.