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.

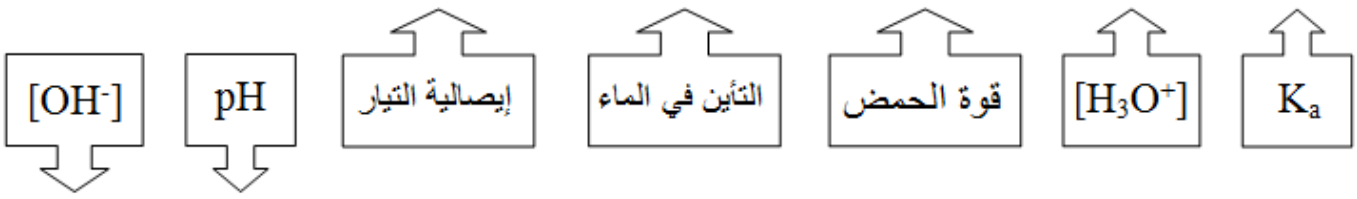
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

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	$١,٥ \times ١٠^{-٢}$
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: 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. أي الحمضين أقل تأيناً في الماء؟
3. في أي محلولي الحمضين يكون تركيز أيون الهيدرونيوم أعلى؟
4. أي محلولي الحمضين أعلى pH ؟

سؤال 4 :

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

الحمض	$[OH^-]$
HX	7×10^{-10}
HY	4×10^{-8}
HZ	4×10^{-10}
HQ	2×10^{-9}

1. اكتب صيغة الحمض الأقوى.
2. اكتب صيغة القاعدة المرافقة في محلول الحمض الأضعف.
3. اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الذي يمتلك محلوله قيمة pH أعلى.
4. ما القاعدة المرافقة لكل من الحموض المذكورة؟
5. أي محاليل الحموض المذكوره تمتلك قيمة pH أقل؟
6. رتب الحموض الموجودة في الجدول حسب قدرتها على التأين.
7. أي محاليل الحموض يوصل التيار الكهربائي بشكل أكبر؟
8. أي محلولي الحمضين: (HX أم HQ) يمتلك $[H_3O^+]$ أقل؟
9. 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 :

الجدول أدناه يمثل ثلاثة محاليل مائية لثلاثة حموض ضعيفة برموز افتراضية، معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول، جد قيم كل من (س)، (ص)، (ع). (لـو 6 = 0,78، لـو 4 = 0,6)

الحمض	K_a	تركيز الحمض (مول/لتر)	pH
HA	٧,٢ × ١٠$^{-٨}$	٠,٠٥	س
HB	٤ × ١٠$^{-٤}$	ص	٢,٤
HC	ع	٠,٢	٤

سؤال 9 :

محلول الحمض الضعيف HY تركيزه (1) مول/لتر، وتركيز أيون H_3O^+ فيه 2×10^{-2} مول/لتر، احسب قيمة pH لمحلول تركيزه (0,01) مول/لتر من الحمض. (لو 2 = 0,3)

سؤال 10 :

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 11 :

يبين الجدول المجاور بعض محاليل الحموض الضعيفة بتركيز 0,01 مول/لتر لكل منها، ومعلومات عن كل محلول. أجب عن الأسئلة التالية:

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

1. أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟
2. أي محلولي الحمضين: HZ أم HB^+ يمتلك $[OH^-]$ أعلى؟
3. أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة K_a أعلى؟
4. أي محلولي 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^+ ؟ (لـو 2 = 0,3)
7. كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB^+ تركيزه (1 مول/لتر)؟

(لـو 2 = 0,3)

سؤال 12 :

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 13 :

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 14 : 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.