حسابات القواعد الضعيفة

في القواعد الضعيفة يكون تأين القاعدة جزئياً، وعليه يمكن حساب $[OH^-]$ عن طريق ثابت الاتزان لتأين القاعدة الضعيفة في الماء.

	B	+	H_2O		BH^+	+	OH^-	
قبل الاتزان	ص				صفر		صفر	
عند الاتزان	ص – س				س		س	

$$\frac{[OH^-]\,[BH^+]}{[H_2O]\,[B]} = K_C$$

وبما أن $[H_2O]$ ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمجه مع ثابت الاتزان في ثابت اتزان جديد هو K_b

$$\frac{[OH^-]\,[BH^+]}{[B]} = K_b$$

K_b : ثابت تأين القاعدة الضعيفة، ويتغير من قاعدة ضعيفة لأخرى.

وللتسهيل تهمل قيمة (س) المتفككة من القاعدة B ، ويصبح [B]= ص

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

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

$$\text{س}^2 = \text{ص} \times K_b$$

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

حيث:

س : تركيز أيون الهيدروكسيد أو تركيز الأيون الموجب الناتج من تفكك القاعدة.

ص : تركيز القاعدة الأصلي (تركيزها لا يتغير بعد التفكك).

K_b : ثابت تأين القاعدة.

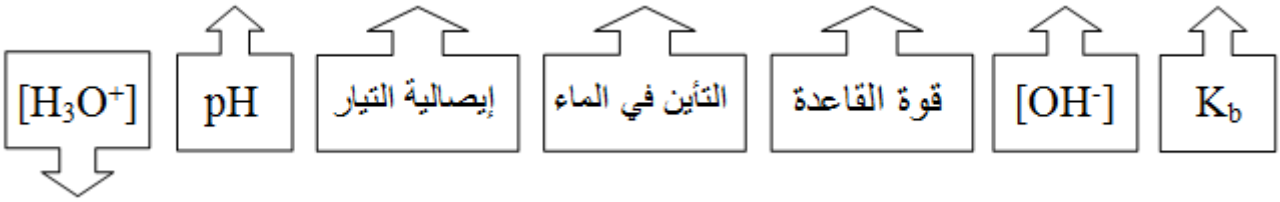
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

$$[OH^-] = \sqrt{[B] \times K_b}$$

وتستخدم العلاقة السابقة لحساب $[OH^-]$ في محاليل القواعد الضعيفة.

تعد قيمة K_b مقياساً لقدرة القاعدة على تكوين أيونات OH^- ، فكلما ارتفعت قيمته زاد $[OH^-]$ وزادت قوة القاعدة، مع ملاحظة أن القواعد القوية ليس لها قيم ثوابت تأين.

احفظ العلاقات التالية:



سؤال 1 :

احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول الأمونيا NH_3 تركيزه (0,2) مول/لتر.

(ثابت التأين K_b للأمونيا = 2×10^{-5}). (لـو 5 = 0,7).

الحل:

	NH_3	+	H_2O	⟷	NH_4^+	+	OH^-	
قبل الاتزان	٠,٢				صفر		صفر	
عند الاتزان	٠,٢ − س				س		س	

$$\frac{[OH^-]\,[NH_4^+]}{[NH_3]} = K_b$$

وبما أن $[OH^-] = [NH_4^+]$ = س عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{٠,٢} - \text{س}} = K_b$$

وبإهمال (س) المتفككة من القاعدة لتصبح العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$\frac{\text{س}^2}{\text{٠,٢}} = \frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{٠,٢}} = K_b$$

$$\text{س} = \sqrt{\text{٠,٢} \times K_b}$$

وبالتعويض في ثابت التأين:

$$\text{س} = \sqrt{\text{٠,٢} \times ١٠^{-٥} \times ٢}$$

$$\text{س} = [OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٣} \text{ مول / لتر}$$

$$[H_3O^+]\,[OH^-] = K_w$$

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٣}} = ٠,٥ \times ١٠^{-١١} \text{ مول / لتر}$$

$$pH = -\text{لـــو}\,[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لـــو}\,(٥ \times ١٠^{-١٢})$$

$$pH = -\text{لـــو}\,٥ - \text{لو}\,١٠^{-١٢}$$

$$pH = ١١,٣$$

سؤال 2 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_b) لبعض القواعد الضعيفة عند درجة 25^{5}س، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم القاعدة	الصيغة القاعدة	K_b
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	٥,٦ × ١٠$^{-٤}$
ميثيل أمين	CH_3NH_2	٤,٤ × ١٠$^{-٤}$
أمونيا	NH_3	١,٨ × ١٠$^{-٥}$
هيدرازين	N_2H_4	١,٣ × ١٠$^{-٦}$
بيريدين	C_5H_5N	١,٧ × ١٠$^{-٩}$
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	٣,٨ × ١٠$^{-١٠}$

1. اكتب صيغة القاعدة الأقوى في الجدول، وصيغة حمضها المرافق.
2. اكتب صيغة الحمض المرافق للقاعدة الأضعف.
3. أيهما يكون تركيز أيون OH^- فيه أعلى: محلول الأمونيا أم محلول البيريدين (لهما التركيز نفسه)؟
4. أيهما أعلى قيمة pH محلول ميثيل أمين، أم محلول الهيدرازين (إذا كانا بالتركيز نفسه)؟
5. هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول الأمونيا الذي تركيزه 0,001 مول/لتر أكبر أم أقل من 11؟ فسر إجابتك؟

سؤال 3 :

يبين الجدول المجاور [OH^-] لبعض القواعد الضعيفة، فإذا كان لديك محاليل متساوية التركيز من تلك القواعد فأجب عن الأسئلة التالية:

القاعدة	$[OH^-]$ مول/لتر
NH_3	$٠,٤ \times ١٠^{-٢}$
CH_3NH_2	٥×١٠^{-٣}
$C_6H_5NH_2$	٢×١٠^{-٤}

1. مـا الحمـض المرافـق لكـل مـن القواعـد المذكورة؟
2. اكتب صيغة القاعدة الأضعف؟
3. رتب محاليل القواعد الموجودة في الجدول حسب قيمة pH .
4. رتب محاليل القواعد الموجودة في الجدول حسب $[H_3O^+]$.
5. أي محاليل القواعد يمتلك أقل ثابت تأين K_b ؟
6. أي القواعد المذكورة في الجدول أكثر تأيناً في الماء؟
7. أي محاليل تلك القواعد أقل إيصالاً للتيار الكهربائي؟

سؤال 4 :

البيريـدين قاعـدة ضعيفـة، فـإذا علمـت أن $K_b = 1,6 \times 10^{-9}$، فاحسـب (pH) لمحلـول (0,01) مول/لتر منه. (لـو 0,25 = -0,6، $K_w = 1 \times 10^{-14}$)

$$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$$

سؤال 5 :

احسب كتلة الأمونيا NH_3 اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه 400 مل ورقمه الهيدروجيني 12 علماً بأن قيمة K_b للأمونيا $= 2 \times 10^{-5}$. (الكتلة المولية للأمونيا = 17 غ/مول، $K_w = 1 \times 10^{-14}$)

سؤال 6 :

كم مولاً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه 0,2 لتراً، ورقمه الهيدروجيني 10,9، علماً بأن K_b للهيدرازين $= 1 \times 10^{-6}$، و (لــو 1,25 = 0,1، $K_w = 1 \times 10^{-14}$)

سؤال 7 :

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

محلول القاعدة	X^-	Y	Q	B^-	M
pH	١١	١٠	٨	٩,٥	١٠,٣

1. أي القاعدتين أقوى: Y أم Q ؟
2. اكتب معادلة تفاعل B^- مع الماء.
3. أي قواعد الجدول يمتلك قيمة K_b أقل؟
4. كم تبلغ قيمة K_b للقاعدة M ؟ (لـو 5 = 0,7)
5. أي قواعد الجدول يتفاعل بدرجة أكبر مع الماء؟

سؤال 8 :

يبين الجدول أدناه الرقم الهيدروجيني pH لعدد من المحاليل والتي مثلت بالرموز F-A :

١	C	٧	B	١٠	A
٢,٧	F	صفر	E	١٤	D

أي المحاليل في الجدول أعلاه يمكن أن يكون محلولاً لـ :

1. حمض النتريك HNO_3 بتركيز 1 مول/لتر.
2. حمض CH_3COOH بتركيز 0,2 مول/لتر ($K_a = 2 \times 10^{-5}$)، (لـو 2 = 0,3)
3. هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بتركيز 1 مول/لتر.
4. محلول N_2H_4 تركيزه (0,01 مول/لتر). ($K_b = 1 \times 10^{-6}$)

سؤال 9 :

يبين الجدول المجاور بعض القواعد الضعيفة بتركيز 0,2 مول/لتر لكل منها. أجب عن

الأسئلة التالية:

القاعدة	المعلومات
D	$K_b = ٢ \times ١٠^{-٧}$
C	$[HC^+] = ٥ \times ١٠^{-٥}$
Q	$pH = ٩$

1. احسب قيمة pH لمحلول القاعدة D .
2. اكتب صيغة الحمض المرافق للقاعدة الأضعف.
3. أي محاليل القواعد تمتلك أعلى قيمة للرقم الهيدروجيني pH ؟
4. أي قواعد الجدول يتأين بشكل أقل في الماء؟
5. حدد صيغ الدقائق الموجودة في محلول Q عند الاتزان.

سؤال 10 :

• محاليل المواد التالية تصاعدياً حسب زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:
HNO_3 ، HF ($K_a = 7,2 \times 10^{-4}$) ، KOH ، N_2H_4 ($K_b = 1,3 \times 10^{-6}$) ، NH_2OH ($K_b = 1,1 \times 10^{-8}$) ، H_2CO_3 ($K_a = 4,3 \times 10^{-7}$).

سؤال 11 : أسئلة موضوعية وزارية

1- في محلول مائي لـ N_2H_4 تركيزه (0,01) مول/لتر، K_b لـ $N_2H_4 = 1 \times 10^{-6}$، فإن قيمة pH للمحلول تساوي:

أ) 4 ب) 8 ج) 10 د) 12

2- محلول مائي لقاعدة ضعيفة B تركيزه (0,01) مول/لتر ، وكان K_b لها = $1,6 \times 10^{-9}$ ، ($K_w = 1 \times 10^{-14}$)؛ فإن $[H_3O^+]$ في المحلول (بالمول/لتر) يساوي:

أ) 4×10^{-5} ب) 4×10^{-6} ج) $2,5 \times 10^{-9}$ د) $12,5 \times 10^{-10}$

إجابات أسئلة الدرس في الملفات المرفقة.