الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

Equilibrium of Weak Bases

- تتأين القواعد الضعيفة في الماء جزئياً في الماء، ويعبر عن ثابت الاتزان لمحاليل القواعد الضعيفة بدلالة ثابت تأين القاعدة الضعيفة (K_b).
- ينزاح الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة جهة اليسار (نحو المتفاعلات)، وهذا يعني أن الحمض المرافق الناتج من تأين القاعدة له قدرة على منح بروتون لإعادة تكوين المتفاعلات.
- يكون تركيز القاعدة أعلى بكثير من تراكيز الأيونات الناتجة عن تأينها.

فإذا رمزنا للقاعدة الضعيف بالرمز B ، فإن معادلة تأين القاعدة تكتب كالآتي:

$$B + H_2O \rightleftharpoons HB^+ + OH^-$$

يعبر عن ثابت تأين القاعدة الضعيفة كالآتي:

$$K_b = [HB+]\,[OH-][B]$$

ولكل قاعدة ضعيفة ثابت تأين عند درجة (25^oC)، ويستخدم:

1- لمقارنة قدرة القاعدة على التأين.

2- حساب تركيز OH^- في محلول القاعدة الضعيفة.

ولمقارنة قاعدتين ضعيفتين:

بزيادة قيمة K_b للقاعدة، يزداد تأينها في الماء، فيزداد تركيز أيون الهيدركسيد في محلولها، ويقل تركيز أيون الهيدرونيوم في محلولها، وتزداد قيمة pH في محلولها.

الحسابات في محاليل القواعد الضعيفة

لنرفض أن لدينا قاعدة ضعيفة ولنرمز لها بالرمز (B).

B	+	H_2O	⇌	BH^+	+	OH^-	
y				0		0	التركيز عند البداية
$-x$				$+x$		$+x$	التغير في التركيز
$y - x$				x		x	التركيز عند الاتزان

أكتب قانون ثابت تأين القاعدة:

$$K_b = \frac{[OH^-]\,[BH^+]}{[B]} = \frac{[OH^-]^2}{[B]} \longrightarrow [OH^-] = [BH^+]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان:

$$K_b = \frac{x^2}{y - x} = \frac{x^2}{y}$$

تهمل (x) لضآلتها

وبالضرب التبادلي تصبح العلاقة:

$$x^2 = K_b \cdot y$$

وبأخذ جذر الطرفين نحسب قيمة (x) والتي تساوي تركيز أيون الهيدروكسيد.

$$x = Kb \cdot y$$

وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

ثابت تأين القاعدة — تركيز القاعدة

سؤال (1) :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_b) لبعض القواعد الضعيفة عند درجة 25 °C،

أدرس الجدول ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

اسم القاعدة	الصيغة القاعدة	K_b
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	4.7×10^{-4}
ميثيل أمين	CH_3NH_2	4.4×10^{-4}
أمونيا	NH_3	1.8×10^{-5}
هيدرازين	N_2H_4	1.7×10^{-6}
بيريدين	C_5H_5N	1.4×10^{-9}
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	2.4×10^{-10}

1. أكتب صيغة القاعدة الأقوى، وصيغة حمضها المرافق.
2. أكتب صيغة الحمض المرافق في محلول القاعدة 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. أي القاعدتين أكثر تأيناً في الماء: N_2H_4 أم C_5H_5N ؟
6. هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول الأمونيا الذي تركيزه 0.001 M أكبر أم أقل من 11؟ أفسر إجابتي.

سؤال (2) :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_b) لقاعدتين، أجيب عن الأسئلة الآتية:

القاعدة	K_b	تركيز محلول القاعدة M
A	4×10^{-11}	0.1
B	1×10^{-10}	0.01

1. أي القاعدتين أقوى؟
2. في أي محلولي القاعدتين يكون تركيز أيون الهيدروكسيد أعلى؟
3. أي محلولي القاعدتين أعلى pH ؟

سؤال (3) :

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

القاعدة	(M) [OH^-]
NH_3	0.4×10^{-2}
CH_3NH_2	5×10^{-3}
$C_6H_5NH_2$	2×10^{-4}

1. أكتب صيغة القاعدة الأقوى؟
2. أكتب صيغة الحمض المرافق في محلول القاعدة الأضعف.
3. أرتب محاليل القواعد الموجودة في الجدول حسب قيمة pH .
4. أي محلولي القاعدتين: NH_3 أم CH_3NH_2 يمتلك [H_3O^+] أعلى؟
5. أي القواعد تمتلك أقل ثابت تأين K_b ؟
6. أي القواعد المذكورة في الجدول أكثر تأيناً في الماء؟
7. أي محاليل تلك القواعد يمتلك قيمة pOH أعلى؟

سؤال (4) :

البيريدين قاعدة ضعيفة، تتأين في الماء وفق المعادلة:

$$C_5H_5N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_5H_5NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

فإذا علمت أن ثابت تأين القاعدة $K_b = 1.6 \times 10^{-9}$ ، أحسب قيمة (pH) لمحلول 0.01 M منه.

علماً أن: $K_w = 1 \times 10^{-14}$, $\log 4 = 0.6$, $\log 0.25 = -0.6$

سؤال (5) :

أحسب كتلة الأمونيا NH_3 اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه 400 mL

ورقمه الهيدروجيني 12 علماً أن قيمة K_b للأمونيا = 2×10^{-5} .

(الكتلة المولية للأمونيا = 17 g/mol ، $K_w = 1 \times 10^{-14}$)

سؤال (6) :

كم مولاً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه 0.2 L، ورقمه الهيدروجيني 10.9،

علماً بأن K_b للهيدرازين = 1×10^{-6} ، $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، log 1.25 = 0.1

سؤال (7) :

محلول القاعدة الضعيفة B تركيزها 1 M، وتركيز أيون OH^- في محلولها 4×10^{-3} M ، أحسب قيمة pH لمحلول تركيزه 0.01 M من القاعدة B .

علماً أن $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، log 0.25 = -0.6

سؤال (8) :

يبيّن الجدول الآتي عدداً من محاليل القواعد الافتراضية الضعيفة متساوية التركيز 0.1 M وقيم pH لها، أدرسه ثمّ أجيب عن الأسئلة التي تليه:

محلول القاعدة	X^-	Y	Q	B^-	M
pH	11	10	8	9.5	10.3

1. أي القاعدتين أقوى: Y أم Q ؟
2. أكتب معادلة تفاعل B^- مع الماء.
3. أي قواعد الجدول يمتلك قيمة K_b أقل؟
4. كم تبلغ قيمة K_b للقاعدة M ؟ ($K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، log 5 = 0.7)
5. أي قواعد الجدول يتفاعل بدرجة أكبر مع الماء؟

سؤال (9) :

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

1	C	7	B	10	A
2.7	F	0	E	14	D

أي المحاليل في الجدول أعلاه يمكن أن يكون محلولاً لـ :

1. حمض النتريك HNO_3 بتركيز 1 M.
2. حمض CH_3COOH بتركيز $K_a = 2 \times 10^{-5}$, (log 2 = 0.3) (0.2 M)
3. هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بتركيز 1 M.
4. محلول N_2H_4 تركيزه $K_b = 1 \times 10^{-6}$. (0.01 M)

سؤال (10) :

يبين الجدول الآتي بعض القواعد الضعيفة برموزٍ افتراضية، وبتركيز 0.1 M لكل منها.
أجيب عن الأسئلة التي تليه:

القاعدة	المعلومات
D	$K_b = 4 \times 10^{-7}$
C	$[HC^+] = 5 \times 10^{-5}$ M
Q	pH = 9

1. أحسب قيمة pH لمحلول القاعدة D .
2. أكتب صيغة الحمض المرافق للقاعدة الأضعف.
3. أي محاليل القواعد تمتلك أعلى قيمة للرقم الهيدروجيني pH ؟
4. أي قواعد الجدول يتأين بدرجةٍ أقل في الماء؟
5. أحدد صيغ الدقائق الموجودة في محلول Q عند الاتزان.
6. أحسب قيمة pH في محلول للقاعدة Q تركيزها 0.4 M.

سؤال (11) :

أرتب محاليل المواد التالية تصاعدياً حسب زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:
HNO_3، HF ($K_a = 6.8 \times 10^{-4}$)، KOH ، N_2H_4 ($K_b = 1.7 \times 10^{-6}$)، CH_3NH_2 ($K_b = 6.8 \times 10^{-4}$) H_2CO_3 ($K_a = 4.3 \times 10^{-7}$).