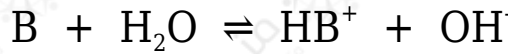


## الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

### 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:



يعبر عن ثابت تأين القاعدة الضعيفة كالآتي:

$$K_b = [HB^+][OH^-]/[B]$$

ولكل قاعدة ضعيفة ثابت تأين عند درجة (25°C)، ويستخدم:

1- لمقارنة قدرة القاعدة على التآين.

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

**ولمقارنة قاعدتين ضعيفتين:**

بزيادة قيمة  $K_b$  للقاعدة، يزداد تأينها في الماء، فيزداد تركيز أيون الهيدروكسيد 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>B</b> | + | <b>H<sub>2</sub>O</b> | $\rightleftharpoons$ | <b>BH<sup>+</sup></b> | + | <b>OH<sup>-</sup></b> |                     |
| y        |   |                       |                      | 0                     |   | 0                     | التركيز عند البداية |
| -x       |   |                       |                      | +x                    |   | +x                    | التغير في التركيز   |
| y - x    |   |                       |                      | x                     |   | x                     | التركيز عند الاتزان |

أكتب قانون ثابت تأين القاعدة:

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

أعوض التراكيز عند الاتزان:

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

↑  
تُهمل (x) لضآلتها

وبالضرب التبادلي تصبح العلاقة:

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

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

$$x = K_b \cdot y$$

وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

تركيز القاعدة      ثابت تأين القاعدة

سؤال (1) :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التآين ( $K_b$ ) لبعض القواعد الضعيفة عند درجة  $25^\circ\text{C}$ ,

أدرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

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

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 التأيين ( $K_b$ ) لقاعدتين، أجب عن الأسئلة الآتية:

| القاعدة | $K_b$               | تركيز محلول القاعدة<br>M |
|---------|---------------------|--------------------------|
| A       | $4 \times 10^{-11}$ | 0.1                      |
| B       | $1 \times 10^{-10}$ | 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 فأجب عن الأسئلة التالية:

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

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:



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 =  $2 \times 10^{-5}$ .  
 (الكتلة المولية للأمونيا =  $1 \times 10^{-14} K_w = 17 \text{ g/mol}$  ,)

### 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 =  $1 \times 10^{-14} K_w = 0.1$  ،  $\log 1.25 = 1 \times 10^{-6}$

### سؤال (7) :

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

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

### سؤال (8) :

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

| M    | B <sup>-</sup> | Q | Y  | X <sup>-</sup> | محلول القاعدة |
|------|----------------|---|----|----------------|---------------|
| 10.3 | 9.5            | 8 | 10 | 11             | pH            |

1. أي القاعدتين أقوى: Y أم Q ؟
2. أكتب معادلة تفاعل B<sup>-</sup> مع الماء.
3. أي قواعد الجدول يمتلك قيمة  $K_b$  أقل؟
4. كم تبلغ قيمة  $K_b$  للقاعدة M ؟ ( $\log 5 = 0.7$  ،  $K_w = 1 \times 10^{-14}$ )
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  $\text{HNO}_3$  بتركيز 1 M.
2. حمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  بتركيز  $0.2 \text{ M}$  ( $\log 2 = 0.3$ ,  $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ).
3. هيدروكسيد البوتاسيوم  $\text{KOH}$  بتركيز 1 M.
4. محلول  $\text{N}_2\text{H}_4$  تركيزه  $0.01 \text{ M}$ . ( $K_b = 1 \times 10^{-6}$ ).

## سؤال (10) :

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

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

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 بدرجة أقل في الماء؟
5. أحدد صيغ الدقائق الموجودة في محلول Q عند الاتزان.
6. أحسب قيمة pH في محلول القاعدة Q تركيزه 0.4 M.

## سؤال (11) :

أرتب محاليل المواد التالية تصاعدياً حسب زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:  
 $\text{HNO}_3$  □  $\text{HF}$  ( $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$ ) □  $\text{KOH}$  □  $\text{N}_2\text{H}_4$  ( $K_b = 1.7 \times 10^{-6}$ ) □  $\text{CH}_3\text{NH}_2$   
□  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $K_a = 4.3 \times 10^{-7}$ ) □  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $K_b = 6.8 \times 10^{-4}$ ).