

التفاعلات حمض-قاعدة وأكسدة - اختزال تحولات كيميائية تنبني على تفاعل بين مزدوجات حمض-قاعدة ومزدوجات مؤكسد- مختزل وغالبا ما تستعمل لتحديد برامترات أو تفسير اشتغال مجموعات كيميائية.

### الجزءان 1 و 2 مستقلان

#### الجزء 1: دراسة مجموعة كيميائية - معايرة سماء

الأمونياك غاز صيفته  $NH_3$  عند ذوبانه في الماء يعطي محلولاً مائياً ذا خصائص قاعدية. تستعمل محاليل الأمونياك التي تباع في المحلات التجارية كمنظف وكمزيج للبقع، ويمكن الحصول على الحمض المرافق للأمونياك  $NH_4^+$  بإذابة بعض المواد الأزوتية في الماء مثل الأسمدة.

1. دراسة مجموعة كيميائية عند حالة التوازن  
نعتبر محلولاً مائياً ( $S_0$ ) للأمونياك  $NH_3$ ، حجمه  $V_0$  وتركيزه المولي  $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  القيمة  $pH = 10,6$ .

المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل بين الأمونياك والماء هي:  $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{4(aq)}^+ + HO_{(aq)}^-$   
معطى: الجداء الأيوني للماء عند  $25^\circ\text{C}$ :  $Ke = 10^{-14}$ .

1.1. بين أن التركيز المولي الفعلي لأيونات الأمونيوم  $NH_{4(aq)}^+$  عند حالة توازن المجموعة يعبر عنه بالعلاقة: 0,75 ✓

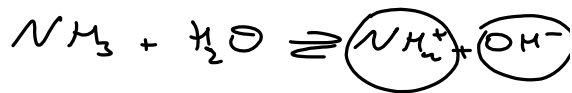
$$[NH_{4(aq)}^+]_{\text{éq}} = \frac{Ke}{10^{-pH}}$$

2.1. أحسب قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,\text{éq}}$  للمجموعة الكيميائية عند التوازن. استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لمعادلة التفاعل. 1

3.1. يعبر عن ثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة  $(NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)})$  بالعلاقة  $K_A = \frac{Ke}{K}$ . أحسب قيمة  $pK_A$  لهذه المزدوجة. 0,5

4.1. نخلط حجماً من المحلول ( $S_0$ ) للأمونياك مع حجم من محلول كلورور الأمونيوم  $NH_{4(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$ . قيمة  $pH$  الخليط هي  $pH = 6,2$ . 0,5

مثل مخطط الهيمنة لنوعي المزدوجة  $(NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)})$ . استنتج النوع المهيمن للمزدوجة في الخليط.



$$[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = K_e$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\boxed{[\text{NH}_4^+] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}}}$$

$$= \frac{10^{-14}}{10^{-10.6}} = 10^{-14+10.6}$$

$$\Rightarrow \boxed{[\text{NH}_4^+] = 10^{-3.4}}$$

$$Q_{\text{réq}} = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{O}]^{\uparrow 1}}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+]$$

$$= \frac{[\text{NH}_4^+]^2}{C - [\text{NH}_4^+]}$$

$$= \frac{(10^{-3.4})^2}{C - 10^{-3.4}} = \dots$$

\* عند استوازن نجد ان

$$\boxed{Q_{\text{réq}} = K}$$

$$K = \dots$$

$$\boxed{\text{p}K_A = -\log K_A}$$

$$\boxed{K_A = \frac{K_e}{K}}$$

صحت

$$\text{p}K_A = -\log \frac{K_e}{K}$$

$$\boxed{\text{p}K_A = -\log \frac{10^{-14}}{K}}$$

**قاعدة + صاب**

قاعدة صاب كبريتات  
 كل صاب كبريتات كبريتات  
 كبريتات  $C \cdot V$



نوع	$NH_3$	$(H_2O)$	$NH_4^+$	$OH^-$
التركيز	0	0	0	0
المتغير	X	X	0	0
الحدود	$X_0$	$X_0$	0	0

$X_0 = [OH^-] \cdot V$   
 $X_{max} = m(NH_3) = C \cdot V$

$\alpha = \frac{X_0}{X_{max}} = \frac{[OH^-] \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[OH^-]}{C}$

$\Rightarrow [OH^-] = \alpha \cdot C$   
 بدلالة  $\alpha$  و  $C$

- 1)  $[OH^-] = \alpha \cdot C$
- 2)  $[OH^-] = \frac{X_0}{C}$
- 3)  $[OH^-] = 10^{pH-14}$  PH.
- 4)  $[OH^-] = \frac{C \cdot \alpha}{1 + \alpha}$   $\alpha$

$[OH^-] \cdot [H_3O^+] = K_e$

$K_e = 10^{-14}$   $[H_3O^+] = 10^{pH}$

$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$

$\frac{10^{-14}}{10^{pH}} = 10^{-14-pH}$

$= \frac{10^{-14}}{10^{pH}}$

$= 10^{-14-pH}$

$[OH^-] = 10^{pH-14}$   
 $[H_3O^+] = 10^{pH}$

**K ثابت توازن**  
 خارج التفاعل عند التوازن

$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3][H_2O]}$

$[NH_4^+] = [OH^-]$

$[NH_3]_0 = C - [OH^-]$

$= \frac{C \cdot V - X_0}{V}$   
 $= C - [OH^-]$

$K = \frac{[OH^-]^2}{C - [OH^-]}$

$= \frac{(10^{pH-14})^2}{C - 10^{pH-14}} = \frac{10^{2(pH-14)}}{C - 10^{pH-14}}$

$= \frac{(X_0)^2}{C - X_0} = \frac{X_0^2}{C \cdot V - X_0}$

$= \frac{X_0^2}{V(C \cdot V - X_0)}$

$= \frac{[OH^-]^2}{C - [OH^-]} = \frac{(\frac{X_0}{V})^2}{C - \frac{X_0}{V}}$