

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي  
Transformations liées à des réactions  
acido-basiques dans une solution aqueuse

\* يحدث في جميع المحاليل المائية التحلل البروتوني الذاتي للماء معادلته

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

$$K_e = [H_3O^+]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}$$

$$مع \quad pK_e = -\log K_e \quad . \quad عند \quad 25^\circ C, \quad K_e = 10^{-14} \quad و \quad pK_e = 14$$

$$عند \quad 25^\circ C \quad يكون \quad الماء \quad الخالص \quad هو \quad pH = 7 \quad و \quad [H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7} mol.L^{-1}$$

\* يعبر عن ذوبان الحمض  $HA$  في الماء بمعادلة التفاعل :

$$HA_{(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$تسمى \quad ثابتة \quad التوازن \quad المقرونة \quad بهذا \quad التفاعل, \quad ثابتة \quad الحمضية \quad للمزدوجة \quad HA/A^-$$

$$K_A = \frac{[A^-]_{(aq)} \cdot [H_3O^+]_{(aq)}}{[HA_{(aq)}]}$$

$$مع \quad pH = pK_A + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$و \quad بالنسبة \quad لـ \quad H_2O(l)/HO^-_{(aq)} \quad : \quad K_{A2} = K_e \quad و \quad pK_{A2} = 14 \quad عند \quad 25^\circ C$$

$$و \quad بالنسبة \quad لـ \quad H_3O^+_{(aq)}/H_2O(l) \quad : \quad K_{A1} = 1 \quad و \quad pK_{A1} = 0$$

\* معادلة تفاعل حمض وقاعدة :  $A_1(aq) + B_2(aq) \rightleftharpoons B_1(aq) + A_2(aq)$  إذن  $K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}} = 10^{(pK_{A2} - pK_{A1})}$

\* سلوك الحمض :  $HA_{(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$  إذن  $K_A = \frac{c\tau^2}{1-\tau}$

إذا كان  $\tau_1 > \tau_2$  فإن  $A_1$  حمض أقوى من الحمض  $A_2$ .

\* سلوك القاعدة :  $B_{(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons BH^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  إذن  $K_A = \frac{1-\tau}{c\tau^2} K_e$

إذا كان  $\tau_1 > \tau_2$  فإن  $B_1$  قاعدة أقوى من القاعدة  $B_2$ .

\* مخطط الهيمنة للمزدوجة  $A/B$  هو الكاشف الملون الحمضي - القاعدي مزدوجة قاعدة / حمض نرمل لها بصفة عامة

بـ  $HIn/I^-$  ويتميز باختلاف لوني الشكلين الحمضي والقاعدي في محلول مائي.

في شكله الحمضي :  $[HIn] > 10[I^-]$

في شكله القاعدي :  $[I^-] > 10[HIn]$

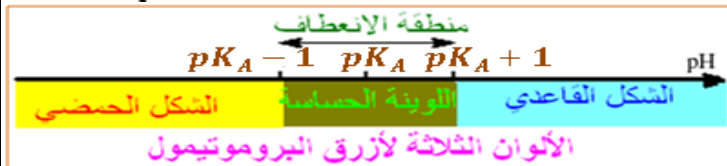
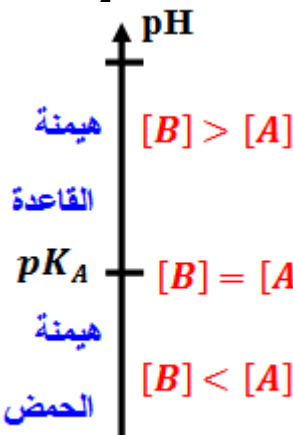
\* تهدف المعايرة الحمضية - القاعدية إلى تحديد تركيز حمض أو قاعدة في محلول ، ويجب أن يكون التفاعل : كليا وسريعا وانتقانيا .

عند التكافؤ اختفاء المتفاعلين ( المعايير و المعايير ) كليا حسب النسب التناسبية أي  $\frac{n_i(A_1)}{\alpha} = \frac{n_i(B_2)}{\beta}$  إذن

$$\frac{C_A \cdot V_A}{\alpha} = \frac{C_B \cdot V_B}{\beta}$$

وتتم معلمة التكافؤ بقياس  $pH$  ، قياس المواصلة ، لون كاشف ملون تضم منطقة انعطافه  $pH_E$  .

يمكن تحديد نقطة التكافؤ  $E$  : مبيانيا بطريقة المماسات ، بخط منحنى الدالة المشتقة  $\frac{dpH}{dV}$  ، باستعمال كاشف ملون.



تمرين 2 :

يساوي تركيز أيونات الهيدروكسيد في محلول مائي

$$K_e = 10^{-14} \quad . \quad نعطي \quad 8,6 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$$

1- احسب تركيز أيونات الأوكسونيوم في هذا المحلول .

2- حدد قيمة  $pH$  المحلول .

تمرين 1 :

احسب تركيز الأيونات  $H_3O^+_{(aq)}$  و  $H^-_{(aq)}$  في محلول

$$مائي ذي  $pH = 2,6$  . نعطي  $K_e = 10^{-14}$$$

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي  
*Transformations liées à des réactions  
acido-basiques dans une solution aqueuse*

تمرين 9 :

نحضر محلولاً مائياً  $S$  لحمض الكلوريدريك حجمه  
 $V = 500\text{mL}$  تركيزه  $C = 4.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$   
، وذلك بإذابة غاز كلورور الهيدروجين  $HCl$  في الماء .  
1- اكتب معادلة تفاعل  $HCl$  مع الماء .  
2- تحقق أن التفاعل تام .  
3- حدد  $pH$  هذا المحلول .  
4- احسب حجم الغاز المذاب لتحضير المحلول  $S$  .  
5- نخفف المحلول السابق خمس مرات . احسب  $pH$   
المحلول المخفف .  
نعطي  $pK_A(H_3O^+/H_2O) = 0$  و  
 $pK_A(HCl/Cl^-) = 3,2$  و  $V_m = 24\text{L/mol}$

تمرين 10 :

نتتبع معايرة محلول حمض الميثانويك  $HCOOH$  ،  
ذي الحجم  $V = 100\text{mL}$  ، مع محلول هيدروكسيد  
الصوديوم ( $C_B = 0,10\text{mol.L}^{-1}$ ) بواسطة  
 $pH$  - متر .  
نقيس  $pH$  المحلول بعد كل إضافة  $V_B$  من محلول  
هيدروكسيد الصوديوم .

9	8,5	8	6	4	2	0	$V_B(\text{mL})$
4,5	4,2	4,1	3,9	3,7	3,5	2,7	$pH$
10,5	10,2	10,1	10	9,9	9,8	9,5	$V_B(\text{mL})$
10,1	9,4	8,1	6,9	6,0	5,5	4,8	$pH$

- 1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي مبينا أسماء المعدات  
المستعملة .
- 2- مثل منحنى تغيرات  $pH$  بدلالة  $V_B$  .  
السلم :  $0,5\text{cm}$  بالنسبة لوحدة  $pH$   
و  $0,5\text{cm}$  بالنسبة للحجم  $V_B$
- 3- استنتج ، من المنحنى ، الحجم المضاف  $V_{B,E}$  عند  
التكافؤ .
- 4- احسب  $C_A$  تركيز محلول حمض الميثانويك المعاير .
- 5- ما قيمة النسبة  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$  عندما يكون  $pH = pK_A$
- 6- استنتج مبيانيا قيمة  $pK_A(HCOOH/HCOO^-)$

تمرين 3 :

- 1- أوجد  $pH$  محلول مائي يحتوي على أيونات  $HO^-$   
تركيزها  $[HO^-] = 4,0.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$  .
- 2- ما تركيز أيونات  $HO^-$  في محلول مائي ذي  
 $pH = 8,5$  ؟ (جميع القياسات تتم عند  $25^\circ\text{C}$  حيث  
 $K_e = 10^{-14}$ )

تمرين 4 :

- 1- اكتب معادلة التحلل البروتوني الذاتي للماء .
- 2- احسب  $pH$  محلول مائي تركيزه أيوناته  $H_3O^+$   
يساوي ثلاثة أضعاف تركيز أيونات  $HO^-$  .  
نعطي  $K_e = 10^{-14}$

تمرين 5 :

- أتم المزدوجات التالية واكتب أنصاف معادلاتها .  
 $CH_3COOH(aq)/\dots\dots\dots$  و  $\dots\dots\dots/NH_3(aq)$   
و  $\dots\dots\dots/CH_3NH_2(aq)$

تمرين 6 :

- احسب  $pK_A$  بالنسبة للمزدوجتين  $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$   
و  $H_2O(l)/HO^-(aq)$  . نعطي  $K_e = 10^{-14}$

تمرين 7 :

- نعتبر محلولاً مائياً لحمض الفلوريدريك  $HF$  .  
1- احسب النسبة  $\frac{[F^-]}{[HF]}$  في هذا المحلول علماً أن  
 $pH = 3,9$  . نعطي  $pK_A(HF/F^-) = 3,2$
- 2- ما قيمة  $pH$  المحلول إذا كان  $[HF] = 2[F^-]$  ؟

تمرين 8 :

- 1)  $C_6H_5COOH(aq) + HO^-(aq) \rightleftharpoons C_6H_5COO^-(aq) + H_2O(l)$
  - 2)  $NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + H_2O(l)$
  - 3)  $HF(aq) + HCOO^-(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + HCOOH(aq)$
- 1- احسب ثابتة التوازن المقرونة بكل تفاعل .  
2- أي من هذه التفاعلات يمكن اعتباره تاماً ؟

$NH_4^+/NH_3$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	$HCOOH/HCOO^-$	$HF/F^-$	المزدوجة $pK_A$
9,2	4,2	3,7	3,2	