

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 :



تسمى ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل ، ثابتة الحمضية للمزدوجة HA/A^- :

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

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

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

* 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 نرزم لها بصفة عامة

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

في شكله الحمضي : $[HIn] > 10[In^-]$

في شكله القاعدي : $[In^-] > 10[HIn]$

* تهدف المعايرة الحمضية - القاعدية إلى تحديد

تركيز حمض أو قاعدة في محلول ، ويجب أن يكون

التفاعل : كلياً وسريعاً وانتقانياً .

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

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

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

يمكن تحديد نقطة التكافؤ E : مبيانياً 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 $HO^-_{(aq)}$ 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

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

تمرين 3 :

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

تمرين 4 :

- اكتب معادلة التحلل البروتوني الذاتي للماء .
- 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 .
 $CH_3COOH(aq)/\dots\dots\dots/NH_3(aq)$
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 :

- $C_6H_5COOH(aq) + HO^-(aq) \rightleftharpoons C_6H_5COO^-(aq) + H_2O(l)$ (1)
 - $NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + H_2O(l)$ (2)
 - $HF(aq) + HCOO^-(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + HCOOH(aq)$ (3)
- 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
9,2	4,2	3,7	3,2	pK_A