

## المثال 2 : تفاعل القاعدة B مع الماء

معادلة التفاعل				معدلة التفاعل	
$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + HO^-$				التقدم	حالة المجموعة
كمية المادة بالمول					
$n_i = CV$	وفير	0	0	0	حالة بدئية
$CV - x$	وفير	x	x	x	حالة بينية
$CV - x_f$	وفير	$x_f$	$x_f$	$x_f$	حالة نهائية

## دراسة التطور بواسطة pH :

$$[HO^-]_f = [BH^+]_f = \frac{n(HO^-)_f}{V} = \frac{n(BH^+)_f}{V} = \frac{x_f}{V}$$

$$[HO^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} = 10^{pH-14}$$

## نسبة التقدم النهائي :

$$x_f = [HO^-]_f \cdot V$$

$$CV - x_m = 0 \Rightarrow x_m = CV$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_m} = \frac{[HO^-]_f \cdot V}{CV} = \frac{[HO^-]_f}{C} = \frac{10^{pH-14}}{C}$$

$$[B]_f = \frac{n(B)_f}{V} = \frac{CV - x_f}{V}$$

$$= \frac{CV - [HO^-]_f \cdot V}{V} = C - [HO^-]_f$$

## تعبير خارج التفاعل عند التوازن (نعتبر التفاعل غير كلي)

$$k = Q_{r, \text{éq}} = \frac{[BH^+]_{\text{éq}} [HO^-]_{\text{éq}}}{[B]_{\text{éq}}} = \frac{[HO^-]_{\text{éq}}^2}{[B]_{\text{éq}}}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_m} \Rightarrow x_f = \tau \cdot x_m = \tau \cdot C \cdot V$$

$$[HO^-]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau \cdot C \cdot V}{V} = \tau \cdot C$$

$$[B]_{\text{éq}} = \frac{CV - x_f}{V} = C - [HO^-]_{\text{éq}} = C - \tau C = C(1 - \tau)$$

$$k = Q_{r, \text{éq}} = \frac{(\tau \cdot C)^2}{C(1 - \tau)} = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau}$$

تعبير ثابتة الحمضية للمزدوجة :  $BH^+/B$ 

$$K = \frac{Ke}{Ka} \Rightarrow Ka = \frac{Ke}{K} = \frac{1 - \tau}{\tau^2 C} Ke$$

## المثال 1: تفاعل الحمض AH مع الماء

معادلة التفاعل				معدلة التفاعل	
$AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$				التقدم	حالة المجموعة
كمية المادة بالمول					
$n_i = CV$	وفير	0	0	0	حالة بدئية
$CV - x$	وفير	x	x	x	حالة بينية
$CV - x_f$	وفير	$x_f$	$x_f$	$x_f$	حالة نهائية

## دراسة التطور بواسطة pH :

$$[H_3O^+]_f = [A^-]_f = \frac{n(H_3O^+)_f}{V} = \frac{n(A^-)_f}{V} = \frac{x_f}{V} = 10^{-pH}$$

$$x_f = [H_3O^+]_f \cdot V$$

$$CV - x_m = 0 \Rightarrow x_m = CV$$

## نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_m} = \frac{[H_3O^+]_f \cdot V}{CV} = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = \frac{10^{-pH}}{C}$$

$\tau < 1$  التفاعل غير كلي

$\tau = 1$  التفاعل كلي

$$[AH]_f = \frac{n(AH)_f}{V} = \frac{CV - x_f}{V}$$

$$= \frac{CV - [H_3O^+]_f \cdot V}{V} = C - [H_3O^+]_f$$

## تعبير خارج التفاعل عند التوازن (نعتبر التفاعل غير كلي)

$$Q_{r, \text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} [A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{[AH]_{\text{éq}}}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_m} \Rightarrow x_f = \tau \cdot x_m = \tau \cdot C \cdot V$$

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau \cdot C \cdot V}{V} = \tau \cdot C$$

$$[AH]_{\text{éq}} = \frac{CV - x_f}{V} = C - [H_3O^+]_{\text{éq}} = C - \tau C = C(1 - \tau)$$

$$Q_{r, \text{éq}} = \frac{(\tau \cdot C)^2}{C(1 - \tau)} = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau}$$

## دراسة التطور بواسطة الموصلية :

موصلية المحلول ( محلول الحمض )

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{A^-} [A^-]$$

$$[H_3O^+] = [A^-] = \frac{x}{V}$$

$$\Rightarrow \sigma = \left( \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-} \right) \frac{x}{V}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = [A^-] = \frac{x}{V} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-}}$$

$$K = \frac{[A^-]}{[AH][HO^-]} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH][HO^-][H_3O^+]} = \frac{K_A}{ke}$$

وكتابة هذا التوازن :

كمية مادة  $M_{(s)}$  المتكون هي :  $n(M_{(s)}) = nx$

من نصف المعادلة لدينا :  $n(e^-) = \frac{n(e^-)}{m}$

إذن  $n(e^-) = mnx$  و منه :

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I\Delta t}{F} = \frac{I\Delta t}{N_A e} \Rightarrow x = \frac{I\Delta t}{m n F}$$

تذكير بالعلاقات:

كمية المادة ( عدد المولات ):

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

$$n(X) = \frac{N}{N_a}$$

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_m}$$

التركيز المولي :

$$C = \frac{n(A)}{V_s}$$

$$[X] = \frac{n(X)}{V_s}$$

$$C_m = \frac{m}{V_s}$$

التركيز الكتلي:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

الكتلة الحجمية :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$$

كثافة جسم بالنسبة للماء :

$$d = \frac{M}{29}$$

كثافة غاز بالنسبة للهواء:

الألكان	اسمه
$CH_4$	الميثان
$C_2H_6$	الايثان
$C_3H_8$	البروبان
$C_4H_{10}$	البوتان
$C_5H_{12}$	البنان
$C_6H_{14}$	الهكسان
$C_7H_{16}$	الهبتان

المثال 3: معايرة محلول حمض  $AH$  يتفاعل جزئيا مع الماء بمحول قاعدة تتفاعل كليا في الماء

جدول التطور

معادلة التفاعل					
$AH + HO^- \rightleftharpoons A^- + H_2O$				التقدم	حالة المجموعة
كمية المادة بالمول					
$C_a V_a$	$C_b V_b$	0	0	0	حالة بدئية
$C_a V_a - x$	$C_b V_b - x$	$x$	$x$	$x$	حالة بينية
$C_a V_a - x_f$	$C_b V_b - x_f$	$x_f$	$x_f$	$x_f$	حالة نهائية

عند التكافؤ : لدينا  $C_a V_a - x_m = 0$  و  $C_b V_b - x_m = 0$

$$\Rightarrow x_m = C_a V_a = C_b V_b$$

$$\Rightarrow [A^-]_f = \frac{x_m}{V_a + V_b} = \frac{C_a V_a}{V_a + V_b} = \frac{C_b V_b}{V_a + V_b}$$

المثال 4: التفاعل بين كربونات الكالسيوم و محلول حمض الكلوريدريك

معادلة التفاعل						
$CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$					التقدم	حالة المجموعة
كمية المادة بالمول						
$n_i$	$C.V$	0	0	0	0	حالة بدئية
$n_i - x$	$C.V - x$	$x$	$x$	$3x$	$x$	حالة بينية
$n_i - x_f$	$C.V - x_f$	$x_f$	$x_f$	$3x_f$	$x_f$	حالة نهائية

تحديد التقدم الأقصى :  $n_i(H_3O^+) = C.V$  و  $n_i(CaCO_3) = \frac{m}{M}$

$$n_i(CaCO_3) - x_m = 0 \quad \text{أو} \quad n_i(H_3O^+) - x_m = 0$$

$$\Rightarrow x_m = \frac{m}{M} \quad \text{أو} \quad x_m = C.V$$

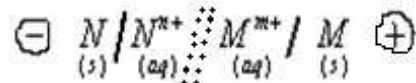
دراسة التطور بواسطة الحجم او الضغط :

حجم غاز ثاني أوكسيد الكربون المتكون يحقق المعادلة :

$$P_{CO_2} \cdot V_{CO_2} = n(CO_2) \cdot R.T$$

$$x = n(CO_2) = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{n(CO_2) \cdot R.T}$$

المثال 5: دراسة عمود



معادلة التفاعل					
$mN_{(s)} + nM_{(aq)}^{m+} \rightarrow mN_{(s)}^{n+} + nM_{(s)}$				التقدم	حالة المجموعة
كمية المادة بالمول					
$n_{1i}$	$n_{2i}$	$n_{3i}$	$n_{4i}$	0	حالة بدئية
$n_{1i} - mx$	$n_{2i} - nx$	$n_{3i} + mx$	$n_{4i} + nx$	$x$	حالة بينية

$$Q_{r,i} = \frac{[N_{(aq)}^{n+}]_i^m}{[M_{(aq)}^{m+}]_i^n} = \frac{n_i(N_{(aq)}^{n+})}{V + V'} = \frac{C'V'}{CV}$$

نصفي المعادلتين الالكترونيتين :  $N_{(s)} \rightarrow N_{(aq)}^{n+} + ne^-$

