# الوحدة 04: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن.

## - برهان أهم العلاقات الممكن ورودها في هذه الوحدة -

| في حالة انحلال حمض ضعيف في الماء | رقم العلاقة | في حالة انحلال أساس ضعيف في الماء | رقم العلاقة |
|---|---|---|---|
| $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}$ | 01 | $K = \frac{C_b.{\tau_f}^2}{1-\tau_f}$ | 11 |
| $Ka = \frac{{\tau^2}_f.C_a}{1-\tau_f}$ | 02 | $Q_{rf} = K = \frac{{[HO^-]_f}^2}{C_b - [HO^-]_f} = \frac{Ke}{Ka}$ | 12 |
| $\tau_f = \frac{1}{1+10^{pKa-pH}}$ | 03 | $\tau_f = \frac{1}{1+Ka.10^{pH}}$ | 13 |
| $\tau_f = \frac{Ka}{Ka+10^{-pH}}$ | 04 | $\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}$ | 14 |
| $Q_{rf} = K = Ka = \frac{{[H_3O^+]_f}^2}{C_a - [H_3O^+]_f}$ | 05 | $\tau_f = \frac{1}{1+10^{pH-pKa}}$ | 15 |
| في حالة انحلال حمض ضعيف جدا في الماء | رقم العلاقة | | |
| $\frac{[AH]_f}{[A^-]_f} = C_a.10^{-pH} - 1$ | 06 | $C_a = 10^{pKa-2pH}$ | 16 |
| في حالة انحلال أساس ضعيف جدا في الماء | رقم العلاقة | | |
| $Q_{rf} = K = Ka = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$ | 07 | $C_b = 10^{2pH+pKa-pKe}$ | 17 |
| $pH = pKa + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$ | 08 | | |
| $Q_{rf} = K = Ka = \frac{{x_f}^2}{V.(C_aV - x_f)}$ | 09 | | |
| في حالة انحلال حمض قوي في الماء | رقم العلاقة | | |
| $Q_{rf} = K = Ka = \frac{x_{max}{\tau_f}^2}{V.(1-\tau_f)}$ | 10 | $pH = -log\,C_a$ | 18 |
| في حالة انحلال أساس قوي في الماء | رقم العلاقة | | |
| $pH = 14 + log\,C_b$ | 19 | | |
| علاقات أخرى | رقم العلاقة | علاقات أخرى | رقم العلاقة |
| $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$ | 20 | $K = 10^{pKa2-pKa1}$ | 22 |
| $K = \frac{{\tau_f}^2}{(2-\tau_f)(1-\tau_f)}$ | 21 | | |



www.dzexams.com

في حالة انحلال حمض ضعيف تركيزه $C_a$ في الماء: $AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

**01 - برهان العلاقة:** $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}$

**البرهان**

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f . V}{n_a} = \frac{10^{-pH}.V}{C_a.V}$$

$$\boldsymbol{\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}}$$

**02 - برهان العلاقة:** $Ka = \frac{\tau^2_f . C_a}{1-\tau_f}$

**البرهان**

$$\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a} \Rightarrow \boldsymbol{10^{-pH} = \tau_f . C_a} \quad \dots(1)$$

$$Ka = \frac{[A^-]_f . [H_3O^+]_f}{[AH]_f} \dots(2)$$

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} = 10^{-pH}$

$$[AH]_f = \frac{C_a V - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - 10^{-pH}$$

بتعويض في (2) نجد:

$$Ka = \frac{(10^{-pH}).(10^{-pH})}{C_a - 10^{-pH}} = \frac{(10^{-pH})^2}{C_a - 10^{-pH}} \dots(3)$$

بتعويض (1) في (3) نجد:

$$Ka = \frac{(\tau_f . C_a)^2}{C_a - \tau_f . C_a} = \frac{\tau^2_f . C_a^2}{C_a - \tau_f . C_a}$$

$$\boldsymbol{Ka = \frac{\tau^2_f . C_a}{1 - \tau_f}}$$

**03 - برهان العلاقة:** $\tau_f = \frac{1}{1+10^{pKa-pH}}$

**البرهان**

من العلاقة السابقة: $\tau_f = \frac{Ka}{Ka+10^{-pH}}$

ولدينا: $Ka = 10^{-pKa}$ ومنه نجد:

$$\tau_f = \frac{10^{-pKa}}{10^{-pKa} + 10^{-pH}}$$

بالقسمة على $10^{-pKa}$ نجد أنّ:

$$\tau_f = \frac{1}{1 + \frac{10^{-pH}}{10^{-pKa}}}$$

$$\boldsymbol{\tau_f = \frac{1}{1 + 10^{pKa-pH}}}$$

**04 - برهان العلاقة:** $\tau_f = \frac{Ka}{Ka+10^{-pH}}$

**البرهان**

لدينا: $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a} \Rightarrow \boldsymbol{\tau_f . C_a = 10^{-pH}} \quad \dots(1)$

بتعويض (1) في العلاقة السابقة (البرهان 02) نجد أنّ:

$$Ka = \frac{\tau_f . 10^{-pH}}{1 - \tau_f}$$

$$Ka(1 - \tau_f) = \tau_f . 10^{-pH}$$

$$Ka - Ka.\tau_f = \tau_f . 10^{-pH}$$

$$Ka = Ka.\tau_f + \tau_f . 10^{-pH}$$

$$Ka = \tau_f (Ka + 10^{-pH})$$

$$\boldsymbol{\tau_f = \frac{Ka}{Ka + 10^{-pH}}}$$

**05 - برهان العلاقة:** $\boldsymbol{Q_{rf} = K = Ka = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_a - [H_3O^+]_f}}$

**البرهان**

لدينا:

$$Q_{rf} = K = Ka = \frac{[A^-]_f . [H_3O^+]_f}{[AH]_f}$$

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f$

$$[AH]_f = C_a - [H_3O^+]_f$$

$$\boldsymbol{Q_{rf} = K = Ka = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_a - [H_3O^+]_f}}$$

www.ac.touahria.com



www.dzexams.com

**06 -** برهان العلاقة : $\frac{[AH]_f}{[A^-]_f} = C_a.10^{-pH} - 1$

**البرهان**

لدينا: $Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} \Rightarrow \frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} = 10^{-pH}$

$[AH]_f = \frac{C_aV - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} == C_a - 10^{-pH}$

ومنه: $\frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{10^{-pH}}{C_a - 10^{-pH}}$

بضرب البسط والمقام في $10^{pH}$ نجد أنّ:

$\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{10^{-pH}}{C_a - 10^{-pH}}.\frac{10^{pH}}{10^{pH}} = \frac{1}{C_a.10^{pH} - 1}$

$$\frac{[AH]_f}{[A^-]_f} = C_a.10^{-pH} - 1$$

**07 -** برهان العلاقة : $Q_{rf} = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$

**البرهان**

لدينا: $Q_{rf} = K = Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-pH}$

$[AH]_f = C_a - [H_3O^+]_f = C_a - 10^{-pH}$

بالتعويض في عبارة $Q_{rf}$ نجد أن:

$Q_{rf} = K = Ka = \frac{(10^{-pH}).(10^{-pH})}{C_a - 10^{-pH}}$

$Q_{rf} = K = Ka = \frac{(10^{-pH})^2}{C_a - 10^{-pH}}$

$$Q_{rf} = K = Ka = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$$

**08 -** برهان العلاقة : $pH = pKa + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

**البرهان**

لدينا: $Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$

ومنه: $\frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

$log\frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

$log\,Ka - log[H_3O^+]_f = log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

$-pKa + pH = log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

$$pH = pKa + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$$

**09 -** برهان العلاقة : $Q_{rf} = K = Ka = \frac{{x_f}^2}{V.(C_aV - x_f)}$

**البرهان**

لدينا: $Q_{rf} = K = Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$

$[AH]_f = \frac{C_aV - x_f}{V}$

بالتعويض في عبارة $Q_{rf}$ نجد أن:

$Q_{rf} = K = Ka = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right).\left(\frac{x_f}{V}\right)}{\left(\frac{C_aV - x_f}{V}\right)}$

$$Q_{rf} = K = Ka = \frac{{x_f}^2}{V.(C_aV - x_f)}$$

**10 -** برهان العلاقة : $Q_{rf} = K = Ka = \frac{x_{max}{\tau_f}^2}{V.(1-\tau_f)}$

**البرهان**

لدينا: $C_aV = x_{max}$ .. (1)

(الماء بزيادة إذا الحمض هو المتفاعل المحد).

بتعويض (1) في العلاقة السابقة (البرهان 09) نجد أنّ:

$Q_{rf} = K = Ka = \frac{{x_f}^2}{V.(x_{max} - x_f)}$ .. (2)

لدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau_f.x_{max}$ .. (3)

بتعويض (3) في (2) نجد أنّ:

$Q_{rf} = K = Ka = \frac{{x_{max}}^2.{\tau_f}^2}{V.(x_{max} - \tau_f.x_{max})}$

$$Q_{rf} = K = Ka = \frac{x_{max}{\tau_f}^2}{V.(1-\tau_f)}$$


www.dzexams.com

في حالة انحلال أساس ضعيف تركيزه $C_b$ في الماء: $A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

**11 - برهان العلاقة :** $\mathbf{K = \frac{C_b.\tau_f^2}{1-\tau_f}}$

**البرهان**

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[HO^-]_f.V}{n_b} = \frac{10^{pH-14}.V}{C_b.V} = \frac{10^{pH-14}}{C_b}$$

$$\Rightarrow 10^{pH-14} = \tau_f C_b \; ..(1)$$

ولدينا: $[AH]_f = [HO^-]_f = \frac{x_f}{V}$

$$[AH]_f = [HO^-]_f = \frac{x_f}{V} = 10^{pH-14}$$

$$[A^-]_f = C_b - [HO^-]_f = C_b - 10^{pH-14}$$

بالتعويض في ثابت التوازن K نجد أن:

$$K = \frac{[AH]_f.[HO^-]_f}{[A^-]_f} \Rightarrow K = \frac{(10^{pH-14})^2}{C_b - 10^{pH-14}} ..(2)$$

ومنه بتعويض (1) في (2) نجد: $K = \frac{(\tau_f C_b)^2}{C_b - \tau_f C_b}$

$$\mathbf{K = \frac{C_b.\tau_f^2}{1-\tau_f}}$$

**12 - برهان العلاقة :** $\mathbf{Q_{rf} = K = \frac{[HO^-]_f^2}{C_b - [HO^-]_f} = \frac{Ke}{Ka}}$

**البرهان**

لدينا:

$$Q_{rf} = K = \frac{[AH]_f.[HO^-]_f}{[A^-]_f} ..(1)$$

ولدينا: $[AH]_f = [HO^-]_f$

$$[A^-]_f = C_b - [HO^-]_f$$

ومنه بالتعويض في (1) نجد: $\mathbf{Q_{rf} = K = \frac{[HO^-]_f^2}{C_b - [HO^-]_f}}$

ومن جهة أخرى بضرب (1) في $[H_3O^+]_f$ نجد:

$$Q_{rf} = K = \frac{[AH]_f.[HO^-]_f[H_3O^+]_f}{[A^-]_f[H_3O^+]_f}$$

$$\mathbf{Q_{rf} = K = \frac{Ke}{Ka}}$$

لأن: $ke = [HO^-]_f[H_3O^+]_f \;,\; Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$

ومنه:

$$\mathbf{Q_{rf} = K = \frac{[HO^-]_f^2}{C_b - [HO^-]_f} = \frac{Ke}{Ka}}$$

**13 - برهان العلاقة :** $\mathbf{\tau_f = \frac{1}{1+Ka.10^{pH}}}$ **البرهان**

لدينا: $Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} ..(1)$

ولدينا من جهة اخرى: $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{pH-14}$

$$[A^-]_f = C_b - [HO^-]_f = C_b - 10^{pH-14}$$

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

بالتعويض في (1) نجد: $Ka = \frac{(C_b - 10^{pH-14}).(10^{-pH})}{10^{pH-14}} ..(2)$

من البرهان (14): $\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b} \Rightarrow 10^{pH-14} = \tau_f C_b \; ..(3)$

بتعويض (3) في (2) نجد أنّ: $Ka = \frac{(C_b - \tau_f C_b).(10^{-pH})}{\tau_f C_b}$

$$Ka.\tau_f C_b = (C_b - \tau_f C_b).(10^{-pH})$$

$$Ka.\tau_f C_b = C_b 10^{-pH} - \tau_f C_b 10^{-pH}$$

$$\tau_f(Ka + 10^{-pH}) = 10^{-pH}$$

بالضرب في $10^{pH}$ نجد: $\tau_f(Ka.10^{pH} + 1) = 1$

$$\mathbf{\tau_f = \frac{1}{1 + Ka.10^{pH}}}$$

**14 - برهان العلاقة :** $\mathbf{\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}}$ **البرهان**

لدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} ..(1)$

$$[HO^-]_f.[H_3O^+]_f = Ke \Rightarrow [HO^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f}$$

$$[HO^-]_f = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} \Rightarrow \mathbf{[HO^-]_f = 10^{pH-14}}$$

ولدينا من جهة اخرى:

$$x_f = n_f(HO^-) = [HO^-]_f.V = 10^{pH-14}.V$$

$$x_{max} = n_b(A^-) = C_b.V$$

(لأن الأساس هو المتفاعل المحد فالماء بوفرة)

ومن بالتعويض في (1) نجد أنّ: $\tau_f = \frac{10^{pH-14}.V}{C_b.V}$

$$\mathbf{\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}}$$



www.dzexams.com

15 - برهان العلاقة : $\tau_f = \frac{1}{1+10^{pH-pKa}}$

**البرهان**

لدينا من البرهان (13): $\tau_f = \frac{1}{1+Ka.10^{pH}}$ .. (1)

ولدينا: $Ka = 10^{-pKa}$ .. (2)

بتعويض (2) في (1) نجد:

$$\tau_f = \frac{1}{1+10^{-pKa}.10^{pH}}$$

$$\boldsymbol{\tau_f = \frac{1}{1+10^{pH-pKa}}}$$

**في حالة انحلال حمض ضعيف جدّا تركيزه $C_a$ في الماء:** $AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

16 - برهان العلاقة : $C_a = 10^{pKa-2pH}$

**البرهان**

لدينا: $Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$ .. (1)

ولدينا: $Ka = 10^{-pKa}$ .. (2)

ولدينا: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ .. (3)

ولدينا: $[AH]_f \approx C_a$ .. (4)

(لأن الحمض ضعيف جدّا وتفاعله مع الماء ضئيل جدا)

ومن بتعويض (2) و (3) و(4) في (1) نجد أنّ:

$$10^{-pKa} = \frac{(10^{-pH})(10^{-pH})}{C_a} = \frac{10^{-2pH}}{C_a}$$

$$\boldsymbol{C_a = 10^{pKa-2pH}}$$

**في حالة انحلال أساس ضعيف جدا تركيزه $C_b$ في الماء:** $A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

17 - برهان العلاقة : $C_b = 10^{2pH+pKa-pKe}$

**البرهان**

لدينا: $Ka = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$ .. (1)

ولدينا: $Ka = 10^{-pKa}$ .. (2)

ولدينا: $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{pH-14}$ و $pKe = 14$

ومنه: $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{pH-pKe}$ .. (3)

ولدينا: $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ .. (4)

ولدينا: $[A^-]_f \approx C_b$ .. (5)

(لأن الأساس ضعيف جدّا وتفاعله مع الماء ضئيل جدا)

ومن بتعويض (2) و (3) و(4) و(5) في (1) نجد أنّ:

$$10^{-pKa} = \frac{C_b.10^{-pH}}{10^{pH-pKe}}$$

$$\boldsymbol{C_b = 10^{2pH+pKa-pKe}}$$

**في حالة انحلال حمض قويّ تركيزه $C_a$ في الماء:** $AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

18 - برهان العلاقة : $pH = -\log C_a$

يكون الحمض قويّا إذا كان: $\tau_f = 1$.

ومنه:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} = \frac{10^{-pH}}{C_a} = 1 \Rightarrow 10^{-pH} = C_a$$

بإدخال اللوغاريتم على الطرفين:

$$\log 10^{-pH} = \log C_a$$

$$-pH = \log C_a$$

$$\boldsymbol{pH = -\log C_a}$$

**في حالة انحلال أساس قويّ تركيزه $C_b$ في الماء:** $A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

19 - برهان العلاقة : $pH = 14 + \log C_a$

يكون الأساس قويّا إذا كان: $\tau_f = 1$.

ومنه:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[HO^-]_f}{C_b} = \frac{10^{pH-14}}{C_b} = 1 \Rightarrow 10^{pH-14} = C_b$$

بإدخال اللوغاريتم على الطرفين:

$$\log 10^{pH-14} = \log C_b$$

$$pH - 14 = \log C_b$$

$$\boldsymbol{pH = 14 + \log C_b}$$



www.dzexams.com

## علاقات أخرى

**في حالة تفاعل $n_0$ من $CH_3COOH$ مع $n_0$ من $NH_3$ وفق المعادلة التالية:**

$$NH_{3(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} = NH_4^+{}_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

**20 - برهان العلاقة: $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$**

**البرهان**

لدينا: $K = \frac{[NH_4^+]_f.[CH_3COO^-]_f}{[NH_3]_f.[CH_3COOH]_f} ..(1)$

ولدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau_f x_{max} ..(2)$

ولدينا: $[NH_4^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} ..(3)$

ولدينا: $[NH_3]_f = [CH_3COOH]_f = \frac{n_0 - x_f}{V} ..(4)$

ولدينا: $n_0 = x_{max} ..(5)$

ومنه بتعويض (3) و(4) في (1) نجد أنّ:

$$K = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_0 - x_f}{V}\right)^2} = \left(\frac{x_f}{n_0 - x_f}\right)^2 ..(6)$$

ومنه بتعويض (2) و(5) في (6) نجد أنّ:

$$K = \left(\frac{\tau_f x_{max}}{x_{max} - \tau_f x_{max}}\right)^2$$

$$\Rightarrow \sqrt{K} = \frac{\tau_f x_{max}}{x_{max} - \tau_f x_{max}}$$

$$\sqrt{K} = \frac{\tau_f}{1-\tau_f} \Rightarrow \sqrt{K} - \tau_f\sqrt{K} = \tau_f \Rightarrow \tau_f(1+\sqrt{K}) = \sqrt{K}$$

$$\boldsymbol{\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}}$$

**في حالة تفاعل ايثانوات الصوديوم تركيزه 2C مع حمض الايثانويك $CH_3COOH$ تركيزه C وفق المعادلة التالية:**

$$HCOO^-{}_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} = HCOOH_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

**21 - برهان العلاقة: $K = \frac{\tau_f{}^2}{(2-\tau_f)(1-\tau_f)}$**

**البرهان**

لدينا: $K = \frac{[HCOOH]_f.[CH_3COO^-]_f}{[HCOO^-]_f.[CH_3COOH]_f} ..(1)$

ولدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau_f x_{max} ..(2)$

ولدينا: $[NH_4^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} ..(3)$

ولدينا: $[CH_3COOH]_f = \frac{CV - x_f}{V} ..(4)$

ولدينا: $[HCOO^-]_f = \frac{2CV - x_f}{V} ..(5)$

ولدينا: $CV = x_{max} ..(6)$ (المتفاعل المحد هو حمض الايثانويك).

ومنه بتعويض (3) و(4) و(5) في (1) نجد أنّ:

$$K = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{2CV - x_f}{V}\right)\left(\frac{CV - x_f}{V}\right)}$$

$$= \frac{(x_f)^2}{(2CV - x_f)(CV - x_f)} ..(7)$$

ومنه بتعويض (2) و(6) في (7) نجد أنّ:

$$K = \frac{(\tau_f x_{max})^2}{(2x_{max} - \tau_f x_{max})(x_{max} - \tau_f x_{max})}$$

$$\boldsymbol{K = \frac{\tau_f{}^2}{(2-\tau_f)(1-\tau_f)}}$$

**في حالة تفاعل حمض-أساس بين الثنائيتين $(A_1/B_1)$ و $(A_2/B_2)$ وفق المعادلة التالية:** $A_{1(aq)} + B_{2(aq)} = A_{2(aq)} + B_{1(aq)}$

**22 - برهان العلاقة: $K = 10^{pKa2-pKa1}$**

**البرهان**

لدينا: $K = \frac{[A_2]_f.[B_1]_f}{[A_1]_f.[B_2]_f}$

$$K = \frac{[A_2]_f.[B_1]_f}{[A_1]_f.[B_2]_f}.\frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$$

$$K = \frac{[A_2]_f}{[B_2]_f.[H_3O^+]_f}.\frac{[B_1]_f.[H_3O^+]_f}{[A_1]_f}$$

$$K = \frac{1}{Ka2}.Ka1$$

ولدينا: $Ka1 = 10^{-pKa1}$ , $Ka2 = 10^{-pKa2}$

ومنه: $K = \frac{1}{10^{-pKa2}}.10^{-pKa1} \Rightarrow K = 10^{pKa2}.10^{-pKa1}$

$$\boldsymbol{K = 10^{pKa2-pKa1}}$$



www.dzexams.com