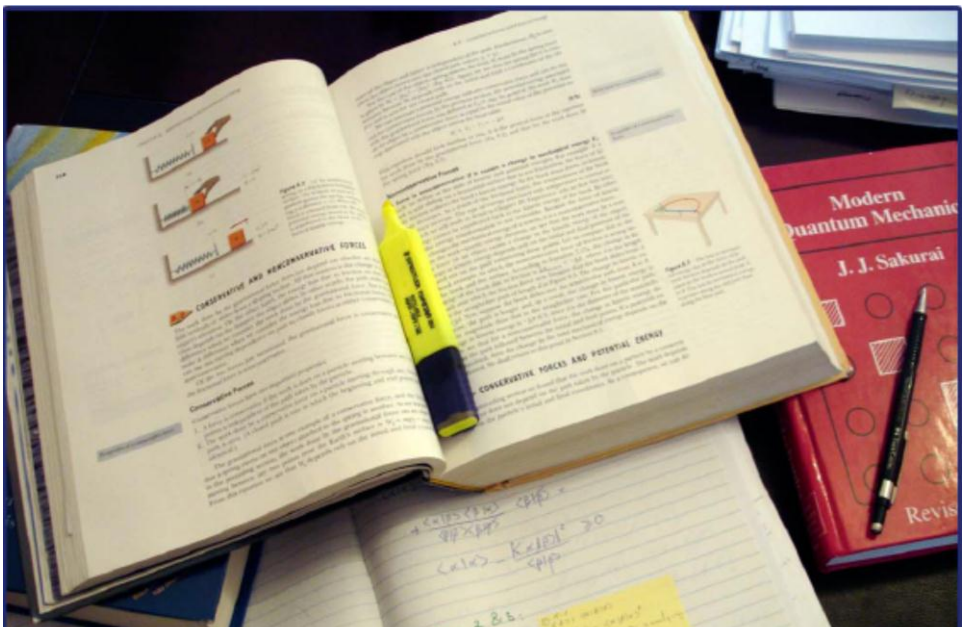
ثانوية ابن خلدون- البوعينان



اهم العلاقات المحتمل ورودها في الوحدة الرابعة: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

من اقتراح الاستاذين: قزوري عبد القادر "و جزار ابراهيم"

و صياغته : الاستاذ: بلعربي محمد "ثانوية ابن خلدون- البوعينان"

2014/2015

1-محلول حمضي لحمض ضعيف تركيزه C

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$x_{f=}\,[H_3O^+]_f.V = 10^{-PH}$$

و: $x_{max} = C.V$

وعليه: $\tau_f = \frac{10^{-PH}.V}{C.V}$

اي: $\tau_f = \frac{10^{-PH}}{C}$

2-نحلل حمضاً ضعيفاً في الماء

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{K_a}{K_a+10^{-PH}}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{-PH}}{C} \ldots\ldots\ldots\ldots 01$$

$$K_a = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} \ldots\ldots\ldots\ldots 02$$

لكن: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-PH}$

و: $[AH]_f = C - [A^-]_f = C - 10^{-PH}$

وعليه : $K_a = \frac{10^{-2PH}}{C-10^{-PH}} \ldots\ldots\ldots\ldots 03$

ومن العبارة01: $10^{-PH} = \tau_f.C \ldots\ldots 04$

بالتعويض في العبارة 03, نجد:

$$K_a = \frac{\tau_f{}^2.C^2}{C-\tau_f.C} = \frac{\tau_f{}^2.C}{1-\tau_f}$$

اي: $K_a(1-\tau_f) = \tau_f{}^2.C$

حسب العبارة 04: $10^{-PH} = \tau_f.C$

وعليه : $K_a(1-\tau_f) = \tau_f.10^{-PH}$

بالتبسيط نجد: $K_a = K_a.\tau_f + \tau_f.10^{-PH}$

$\tau_f(K_a + 10^{-PH}) = K_a$

إذن : $\tau_f = \frac{K_a}{K_a+10^{-PH}}$

3- حمض ضعيفا في الماء

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{1}{1+10^{PK_a-PH}}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

من العلاقة السابقة: $\tau_f = \frac{K_a}{K_a+10^{-PH}}$

اي: $\tau_f = \frac{K_a}{K_a+10^{-PH}} \cdot \frac{\frac{1}{K_a}}{\frac{1}{K_a}}$

ومنه : $\tau_f = \frac{1}{1+\frac{10^{-PH}}{10^{-PK_a}}}$

اي: $\tau_f = \frac{1}{1+10^{PK_a-PH}}$

4-محلول مائي اساسي لاساس ضعيف تركيزه المولي C

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$A^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$x_{f=}\,n_f(HO^-) = [HO^-]_f.V$$

$$x_{max} = n_f(A^-) = C.V$$

كما لدينا: $[HO^-]_f = \frac{K_e}{10^{-PH}} = \frac{10^{-14}}{10^{-PH}}$

ومنه: $\tau_f = \frac{10^{PH-14}.V}{C.V}$

اذن: $\tau_f = \frac{10^{PH-14}}{C}$

"النجاح يكون من نصيب من تَحَلُّوا بالشجاعة

ليفعلو شيئاً . "جواهر لا نهرو"

5-نحلل اساسا ضعيفاً في الماء

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{1}{1+K_a.10^{PH}}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الاساس مع الماء:

$$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

من العلاقة السابقة : $\tau_f = \frac{10^{PH-14}}{C}$ ……01

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

ولدينا أيضا:

$$[A^-]_f = C - [AH]_f = C - 10^{PH-14}$$

لأن: $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{PH-14}$

ومنه: $K_a = \frac{(C-10^{PH-14}).10^{-PH}}{10^{PH-14}}$ …..02

من العبارة 01:

بالتعويض في العبارة 02 نجد:

$$K_a = \frac{(C-\tau_f.C).10^{-PH}}{\tau_f.C} = \frac{(1-\tau_f).10^{-PH}}{\tau_f}$$

وعليه: $K_a.\tau_f = (1-\tau_f).10^{-PH}$

$$K_a.\tau_f + 10^{-PH}.\tau_f = 10^{-PH}$$

ومنه: $\tau_f(K_a + 10^{-PH}) = 10^{-PH}$

أي: $\tau_f = \frac{10^{-PH}}{K_a+10^{-PH}} = \frac{10^{-PH}}{K_a+10^{-PH}}.\frac{10^{PH}}{10^{PH}}$

ومنه :

$$\tau_f = \frac{1}{1+K_a.10^{PH}}$$

"ليس هناك أسرار للنجاح فهو حصيلة الإعداد الجيد والعمل الشاق والتعلم من الأخطاء والفشل".....كولين باول"

جنرال ورجل سياسة أمريكي

6-أساس ضعيف في الماء

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{1}{1+10^{PH-PK_a}}$

لدينا من العلاقة السابقة:

$$\tau_f = \frac{1}{1+K_a.10^{PH}}$$……01

ولدينا : $K_a = 10^{-PK_a}$ ……02

ومنه نعوض 02 في 01 نجد:

$$\tau_f = \frac{1}{1+10^{PH-PK_a}}$$

7-نمزج n_0(mol) من CH_3COOH مع n_0(mol) من NH_3:

المطلوب : تبيان ان: $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{K}+1}$

لدينا:

- معادلة تفاعل CH_3COOH مع NH_3:

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

نعلم أن: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ ……01

ثابت التوازن: $K = \frac{[H_4{}^+]_f.[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f.[NH3]_f}$ …02

$$[NH_4{}^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V}$$…… 03

و: $[CH_3COOH]_f = [NH3]_f = \frac{(n_0-x_f)}{V}$ ….04

نعوص 03 و04 في 02 نجد:

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

من العبارة 01: $x_f = \tau_f.x_{max}$

بالتعويض في عبارة ثابت التوازن نجد:

$$K = \left(\frac{\tau_f.x_{max}}{x_{max}-\tau_f.x_{max}}\right)^2 = \left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)^2$$

ومنه : $\sqrt{K} = \left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) => \tau_f = \sqrt{K}(1-\tau_f)$

بالتبسيط نجد: $\sqrt{K} = \tau_f + \sqrt{K}.\tau_f = \tau_f(1+\sqrt{K})$

ومنه : $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{K}+1}$

حول عبارة Q_{rf} (K)

8- نحلل في الماء حمضا ضعيفا تركيزه المولي C

المطلوب : تبيان ان: $Q_r = K_a = \frac{[H_3O^+]_f^{\ 2}}{C-[H_3O^+]_f}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$Q_{rf} = K_a = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} \dots\dots\dots\dots 02$$

$$Q_{rf} = K_a$$

لكن: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f$

و: $[AH]_f = C - [A^-]_f = C - [H_3O^+]_f$

إذن: $Q_{rf} = K_a = K = \frac{[H_3O^+]_f^{\ 2}}{C-[H_3O^+]_f}$

8- حمض ضعيف في الماء حيث V هو حجم المحلول.

المطلوب : تبيان ان: $Q_{rf} = \frac{x_{max}.\tau_f^{\ 2}}{V.(V-\tau_f)}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \dots\dots\dots\dots 01$$

$$Q_{rf} = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} \dots\dots\dots\dots 02$$

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

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

لكن: $CV = x_{max}$ (الماء بزيادة) فالحمض هو المتفاعل المحد.

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

من العبارة 01 : $x_f = \tau_f.x_{max}$

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

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

9-نحلل حمضاً ضعيفاً في الماء تركيزه المولي C

المطلوب : تبيان ان: $Q_{rf} = \frac{10^{-2PH}}{C-10^{-PH}}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

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

لكن: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-PH}$

و: $[AH]_f = C - [A^-]_f = 10^{-PH}$

ومنه : $Q_{rf} = \frac{10^{-2PH}}{C-10^{-PH}}$

10- محلول حمضي لحمض ضعيف تركيزه المولي C وحجمه V .

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{x_f^{\ 2}}{V.(CV-x_f)}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$K = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{CV-x_f}{V}\right)}$$

ومنه: $K = \frac{x_f^{\ 2}}{V.(CV-x_f)}$

11- محلول مائي لأساس ضعيف تركيزه المولي C وحجمه V .

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{x_f^{\ 2}}{V.(CV-x_f)}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

$$K = \frac{[HO^-]_f.[AH]_f}{[A^-]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{CV-x_f}{V}\right)}$$

ومنه: $K = \frac{x_f^{\ 2}}{V.(CV-x_f)}$

12-نحلل حمضاً ضعيفاً في الماء تركيزه C

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{\tau_f^2.C}{1-\tau_f}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = \frac{10^{-PH}}{C} \dots\dots\dots\dots 01$$

$$K = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f} \dots\dots\dots\dots\dots 02$$

من 01 : $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \tau_f.C \dots 03$

ومنه : $[AH]_f = C - [H_3O^+]_f = C - \tau_f.C \dots 04$

بتعويض 03 و 04 في 02 نجد:

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

13-محلول مائي اساسي تركيزه المولي C.

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{\tau_f^2.C}{1-\tau_f}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الأساس مع الماء:

$$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{PH-14}}{C} \dots\dots\dots\dots 01$$

ولدينا ايضاً: $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{PH-14}$

وَ $[A^-]_f = C - [HO^-]_f = C - 10^{PH-14}$

نعوض هاتين العبارتين في ثابت التوازن :

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

نجد: $K = \frac{\left(10^{PH-14}\right)^2}{C-10^{PH-14}}$

من العبارة 01 نجد: $10^{PH-14} = \tau_f.C$

إذن: $K = \frac{\tau_f^2.C}{1-\tau_f}$

14-محلول مائي اساسي ضعيف تركيزه المولي C

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{[HO^-]_f^2}{C-[HO^-]_f} = \frac{K_e}{K_a}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الاساس مع الماء:

$$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

$$K = \frac{[HO^-]_f.[AH]_f}{[A^-]_f}$$ وَ

ولدينا ايضاً: $[AH]_f = [HO^-]_f$

وَ $[A^-]_f = C - [HO^-]_f$

نعوض هاتين العبارتين في ثابت التوازن :

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

نجد : $K = \frac{[HO^-]_f^2}{C-[HO^-]_f}$

ونجد من جهة أخرى:

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

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

$$= \frac{1}{K_a}.K_e = \frac{K_e}{K_a} = K = \frac{[HO^-]_f^2}{C-[HO^-]_f}$$

15-في تفاعل حمض-أساس بين الثنائيتين (A_1/B_1) , (A_2/B_2)

المطلوب : تبيان ان: $K = 10^{PK_{a1}-PK_{a2}}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الاساس:

$$A_{1(aq)} + B_{2(aq)} = A_{2(aq)} + B_{1(aq)}$$

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

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

$$K = \frac{1}{K_{a2}}.K_{a1} = 10^{PK_{a2}}.10^{-PK_{a1}} \dots\dots 01$$

ومنه من 01:

$$10^{P_{a2}-PK_{a1}}$$

"ليس الأمر اني عبقري ، كل ما هناك اني أجاهد مع المشاكل لفترة أطول" .."انشتاين"

16- نمزج حجمين متساويين من حمض الايثانويك تركيزه المولي c وميثانوات الصوديوم تركيزه المولي 2c.

المطلوب : تبيان ان: $K = \frac{{\tau_f}^2}{(2-\tau_f).(1-\tau_f)}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الميثانوات مع الايثانويك:

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

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau_f . x_{max} \dots\dots\dots .. \mathbf{01}$$

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f.[HCOOH]_f}{[CH_3COOH]_f.[CHCOO^-]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{CV-x_f}{V}\right).\left(\frac{2CV-x_f}{V}\right)}$$

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

$$= \frac{{x_f}^2.{x_{max}}^2}{{x_{max}}^2.(1-\tau_f).(2-\tau_f)}$$

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

حـــول عبـــــــارة الـ PH

17-حمض قوي في الماء تركيزه المولي C_A

المطلوب : تبيان ان: $PH = -\log C_A$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

الحمض قوي معناه: $\tau_f = 1$

ومنه: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_A} = \frac{10^{-PH}}{C_A} = 1$

ولكي تتحقق هذه العبارةلازم: $10^{-PH} = C_A$

ومنه بإدخال اللوغاريتم للطرفين نجد:

$$log\ 10^{-PH} = logC_A$$

اي: $-PH = logC_A$

إذن: $PH = -\log C_A$

18-أساس قوي في الماء تركيزه المولي C_B.

المطلوب : تبيان ان: $PH = 14 + \log C_B$

لدينا:

- معادلة تفاعل الأساس مع الماء:

$$A^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)}$$

$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{PH-14}}{C_B} = 1$ (لأنه أساس قوي)

ولكي تتحقق هذه العبارة لازم: $10^{PH-14} = C_B$

إذن: $PH - 14 = \log C_B$

ومنه : $PH = \log C_B + 14$

19- نحلل حمض الإثانويك في الماء:

المطلوب : تبيان ان: $PH = PK_a + log\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الايثانويك مع الماء:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-]_f.[H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

نستطيع ان نكتب : $\frac{K_a}{[H_3O^+]_f} = \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$

بإدخال اللوغاريتم $log\left(\frac{K_a}{[H_3O^+]_f}\right) = log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$

$$logK_a - log[H_3O^+]_f = log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$$

ومنه: $-log[H_3O^+]_f = -logK_a + log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$

أي:

$$PH = PK_a + log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$$

علاقـــــات أخـــــرى

20-نحلل حمضاً ضعيفاًجداً في الماءتركيزه C_A

المطلوب : تبيان ان: $C_A = 10^{PK_a-2PH}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

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

لكن: $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-PH}$

و: $[AH]_f = C_A - [A^-]_f = C_A - 10^{-PH}$

يمكن كتابة : $[AH]_f = C_A$ لان الحمض ضعيف جداً وتفاعله مع الماء ضئيل جداً.

ومنه نجد:

$$K_a = \frac{10^{-2PH}}{C_A} => C_A = \frac{10^{-2PH}}{K_a} = \frac{10^{-2PH}}{10^{-PKa}}$$

إذن: $C_A = 10^{PK_a-2PH}$

21 -نحلل اساس ضعيف جداً في الماء تركيزه المولي C_B

المطلوب : تبيان ان: $C_B = 10^{2PH-PK_a-PK_e}$

لدينا:

- معادلة تفاعل الاساس مع الماء:

$$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} = AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

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

ولدينا : $[AH]_f = [HO^-]_f = 10^{PH-PK_e}$

يمكن كتابة : $[A^-]_f = C_B$ لان الاساس ضعيف جداً وتفاعله مع الماء ضئيل جداً.

ومنه نجد:

$$K_a = \frac{C_B.10^{-PH}}{10^{PH-PKe}} => C_B = \frac{10^{-PK_a}.10^{PH-PK_e}}{10^{-PH}}$$

لان: $K_a = 10^{-PK_a}$

إذن: $C_B = 10^{2PH+PK_a-2PK_e}$

22- حمض الميثانويك في الماء تركيزه C:

المطلوب : تبيان ان: $\frac{[HCOOH]_f}{[CHCOO^-]_f} = C.10^{PH} - 1$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الماء:

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[HCOO^-]_f.[H_3O^+]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{10^{-2PH}}{C - 10^{-PH}}$$

$$\frac{K_a}{[H_3O^+]_f} = \frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{10^{-PH}}{C-10^{-PH}}$$

لان: $[HCOO^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-PH}$

و: $[AH]_f = C_A - [A^-]_f = C_A - 10^{-PH}$

ومنه: $\frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{10^{-PH}}{C-10^{-PH}}.\frac{10^{PH}}{10^{PH}}$

$$\frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{1}{C.10^{-PH}-1}$$

إذن: $\frac{[HCOOH]_f}{[HCOO^-]_f} = C.10^{-PH} - 1$

23 - نعاير حمضا ضعيفا بأساس قوي:

المطلوب : تبيان ان: $PK_a = PH + log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الاساس HO^-:

$$AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

عند التكافؤ: $K_a = \frac{[A^-]_f.[H_3O^+]_f}{[AH]_f}$

$[AH]_f = \frac{(C_A.V_A - X_E)}{V}$ ، $[A^-]_f = \frac{X_E}{V}$

بمان الاساس هو المتفاعل المحد فإن: $C_B.V_B = X_E$

لأن الأساس قوي بينما الحمض ضعيف.

وعليه: $K_a = \frac{\frac{X_E}{V}.10^{-PH}}{\left(\frac{C_A.V_A - X_E}{V}\right)} = \frac{C_B.V_B}{C_A.V_A - C_B.V_B}.10^{-PH}$

$$\frac{K_a}{10^{-PH}} = \frac{C_B.V_B}{C_A.V_A - C_B.V_B}$$

$$\frac{10^{-PH}}{10^{-PKa}} = \frac{C_A.V_A - C_B.V_B}{C_B.V_B} = \frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - \frac{C_B.V_B}{C_B.V_B} = \frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1$$

فيصبح بإدخال اللوغاريتم على الطرفين:

$$log\frac{10^{-PH}}{10^{-PK_a}} = log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$$

بعدها نجد: $-log10^{-PK_a} = -log10^{-PH} + log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$

$$PK_a = PH + log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$$

24 - نعاير حمضا قويا بأساس قوي:

قبل التكافؤ:

المطلوب : تبيان ان : $PH = -log\left(\frac{C_A.V_A - C_B.V_B}{V_A+V_B}\right)$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الاساس:

$$AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

$$PH = -log[H_3O^+]_f$$

$$[AH] = [H_3O^+]$$

لأن الحمض قوي وبالتالي بقدر ما يتفكك الحمض AH تتشكل H_3O^+ .

وعليه: $PH = -log[AH]$

$$PH = -log\left(\frac{C_A.V_A - X_E}{V_A+V_B}\right)$$

قبل التكافؤ: الأساس هو المتفاعل المحد ومنه باستعمال جدول تقدم التفاعل:

$$X_E = C_B.V_B$$

وعليه: $PH = -log\left(\frac{C_A.V_A - C_B.V_B}{V_A+V_B}\right)$

بعد التكافؤ:

المطلوب : تبيان ان : $PH = PK_e - log\left(\frac{V_A+V_B}{C_B.V_B - C_A.V_A}\right)$

لدينا:

- معادلة تفاعل الحمض مع الاساس:

$$AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

$$PH = -log[H_3O^+]_f = -log\frac{10^{-PKe}}{[HO^-]}$$

وذلك باستعمال الجداء الشاردي للماء.

وباستعمال جدول تقدم التفاعل:

لان المتفاعل المحد هو الحمض $= -log\left(\frac{\frac{10^{-PKe}}{C_B.V_B - X_E}}{V_A+V_B}\right)$

$$PH = -log\left(\frac{\frac{10^{-PK_e}}{C_B.V_B - C_A.V_A}}{V_A+V_B}\right)$$

بعد التكافؤ: قلنا ان ال حمض هو المتفاعل المحد

معناه: $X_E = C_A.V_A$

ومنه: $PH = -log10^{-PK_e} + l\left(\frac{C_B.V_B - C_A.V_A}{V_A+V_B}\right)$

أي: $PH = PK_e + log\left(\frac{C_B.V_B - C_A.V_A}{V_A+V_B}\right)$

من طرائف العلم

يُقال إن الملك اليوناني هيرون أمر بصنع تاج من الذهب الخالص، وأوكل المهمة إلى صائغ ماهر بعد أن سلمه وزناً معيناً من الذهب. وفي الموعد المحدد تسلم تاجه، وأعجب بمهارة الصناعة ودقة التنفيذ. إلا أنه انتابه شك في أن الصائغ قد سرق جزءاً من الذهب، وأنه قام بخلط الذهب بمقدار من الفضة ليحافظ على الوزن ويداري فعلته الشنيعة. والتفت الملك إلى فيلسوفه المقرب أرخميدس وطلب منه توفير حل لهذه المعضلة، وإيجاد طريقة يمكن بواسطتها معرفة حقيقة الأمر.

وهيمنت هذه القضية على تفكير الفيلسوف اليوناني وراح يقلب الأمر بمنة ويسره، فقد كان أرخميدس يعرف كثافة الذهب الخالص، وهي وزن الذهب لوحدة الحجم، فلو استطاع أن يقيس حجم التاج لسهلت المهمة، ولأدرك في الحال ما إذا كان التاج مصنوعاً من الذهب الخالص أو مخلوطاً بالفضة. ولكن ما هي الوسيلة لقياس حجم التاج الرائع الصنع بكل ما فيه من تعرجات فنية جذابة، وأشكال جمالية متباينة، وأنماط هندسية متداخلة. لوكان بإمكان أرخميدس أن يصهر التاج، ثم يقوم بتحديد حجم سائل الذهب بواسطة وعاء معروف الحجم لتيسّرت العملية. ولكن صهر التاج سيغضب الملك اليوناني ويثير حفيظته، ولو كان بإمكان أرخميدس أن يذق التاج بالمطرقة إلى أن يتحول إلى قالب مستطيل الشكل لأمكنه معرفة الحجم ولانتهى الإشكال .. ولكن الملك لن يكون سعيداً على الإطلاق بتحطيم تاجه، وتحويله إلى مجرد قطعة باهتة المنظر مستطيلة الشكل. وهكذا أصبحت قضية التاج الشغل الشاغل للفيلسوف اليوناني وصارت هماً ملازماً له حيثما غدا وراح.

وذات يوم وبينما هو في الحمام لاحظ أنه كلما أنزل جسمه في حوض الماء ارتفع الماء في الحوض أكثر فأكثر، أي أن جسمه حل محل جزء من الماء في الحوض. وفجأة برق حل لمشكلة التاج أمام ناظري أرخميدس، وتبدت له وسيلة ناجعة للتغلب على المعضلة التي شغلت ذهنه وذهن مليكه، وقفز أرخميدس من الحمام، واندفع في شوارع المدينة عارياً وهو يصيح وجدتها .... وجدتها.

لقد أدرك أرخميدس أن حجم الماء المزاح في حوض الماء يساوي حجم الجزء المغمور من جسمه في الحوض، وسارع أرخميدس إلى إحضار كتلتين من المعدن إحداهما من الذهب الخالص والأخرى من الفضة النقية، وجعل وزن كل منهما مساوياً لوزن التاج المشكوك في أمره. ثم قام بغمر كل من هذه الكتل الثلاث الذهب والفضة والتاج في إناء مملوء بالماء، وجمع الماء المزاح وقاس حجمه في كل حالة من الحالات الثلاث. وبإجراء هذه التجربة اكتشف أرخميدس أن كمية الماء التي أزاحها التاج كانت أكبر من تلك الكمية التي أزاحتها كتلة الذهب الخالص، وأقل من كمية الماء التي أزاحتها قطعة الفضة. وبهذه الطريقة خلص أرخميدس إلى أن التاج لم يكن مصنوعاً من الذهب الخالص ولا من الفضة النقية ولكنه كان خليطاً من المعدنين. وهكذا انفضح أمر الصائغ الغشاش.

ينص مبدأ أرخميدس على ما يلي: عندما نغمر جسماً ما في سائل، فإن قوة الدفع إلى أعلى المؤثرة على الجسم تكون مساوية لوزن السائل المزاح.

الاستا ذ : بلعريبي محمد

E-mail : belaribi.phy@gmail.com