كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثانية**

المادة : كيمياء تحليلية

المحاضرة : **الثالثة /نظري/**

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٥

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

## التركيز المكافئ و فعالية و معامل الفعالية

[i] تعني تركيز الأولاري

- عندما يضاف الحل المحلول مائي كاشف يحوي على شوارد $Ca^{2+}$ للتفاعل كل أيونات الفضة مع شوارد الكلوريد أي أنه جزء من أيونات الفضة سيأخذ في التفاعل مع أيونات الكلوريد وذلك بسبب الإعاقة ← إعاقة الأيونات المحاطة للشحنة من جهة و جزيئات الماء من جهة أخرى ويطلق على هذه الإعاقة تأثير الكتلة الفعالة المحلول ما يؤدي إلى خفض تركيز الأيونات الفضة ويطلق على التركيز اسم تركيز المكافئ

التركيز المكافئ: عدد الأيونات التي دخلت في التفاعل فقط

التركيز المكافئ أصغر من التركيز الأولاري

$a_i$ = نشاط [i]

تركيز الأولاري ← تركيز المكافئ

$a_i = \gamma_i [i]$

$\gamma_i$ ← معامل الفعالية

$\gamma_i \leq 1$ دائماً

- يكون $\gamma_i = 1$ عندما لا يكون هناك إعاقة كهربائية وبالتالي يكون $a_i = [i]$ وحيث هذا في الحالات المهملة

معامل الفعالية يتعلق بـ: 1) نوع الأيون 2) شحنته

ولحساب معامل الفعالية يجب في البداية أن نحسب القوة الأيونية وهي القوة التي تؤثر على المحلول التركيز المضاف المادة المضافة ويرمز لها I

$$I = \frac{1}{2} \sum c_i Z_i^2$$

- القوة الأيونية (ليس لها واحدة)
- المجموع
- $c_i$ تركيز الأيون المدروس
- $Z_i$ شحنة الأيون
- المدروس

تعلّق القوّة الأيونية بـ: 1) تركيز الأيون المدروس 2) شحنة الأيون المدروس

المناسب بينهم طردي

مثال: أوجد القوّة الأيونية لمحلول KCl تركيزه 0.1 M

$KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$

0.1M 0.1M 0.1M

x x x

$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$

$= \frac{1}{2}\left(c_{K^+} z_{K^+}^2 + c_{Cl^-} z_{Cl^-}^2\right) \Rightarrow I = \frac{1}{2}(0.1(1)^2 + (0.1)(-1)^2)$

$= 0.1$

مثال: أوجد القوّة الأيونية لـ $K_2SO_4$ تركيزه 0.1M

$K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$

0.1M 2(0.1) 0.1

$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$

$= \frac{1}{2}\left(c_{K^+} z_{K}^2 + c_{SO_4^{2-}} z_{SO_4^{2-}}^2\right) \Rightarrow I = \frac{1}{2}(0.2(1)^2 + (0.1)(-2)^2)$

$= 0.3$

كم سبب معامل الفعالية يمرّ بثلاث حالات:

الحالة الأولى: إذا كانت $I < 0.01$ نطبق العلاقة الآتية ← ديباي

$\log \gamma_i = -0.5 z_i^2 \sqrt{I}$

الحالة الثانية: $I = (0.01 - 0.1)$ نطبق علاقة ← هيوكل

$\log \gamma_i = -0.5 z_i^2 \frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}}$

الحالة الثالثة: $I = (0.1 - 0.5)$ نطبق علاقة ← ديفيز

$\log \gamma_i = -0.5 z_i^2 \frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}} + CI$ ← معامل التأثير



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مثال: احسب فعالية الأيونات $Na^+$, $SO_4^{2-}$ في محلول يحتوي على كبريتات الصوديوم $2\times10^{-2}\ mol/L$ وحمض الكبريت $5\times10^{-4}\ mol/L$ علماً أن $Na_2SO_4$ تام التفكك

$$Na^+ \quad SO_4^{2-} \quad H^+$$

$$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

$$2\times10^{-2} \quad 2(2\times10^{-2}) \quad 2\times10^{-2}$$

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

$$5\times10^{-4} \quad 2(5\times10^{-4}) \quad 5\times10^{-4}$$

$$[Na^+] = 4\times10^{-2}\ mol/L$$

$$[H^+] = 2(5\times10^{-4}) = 10\times10^{-4} = 1\times10^{-3}\ mol/L$$

$$[SO_4^{-2}] = 2\times10^{-2} + 5\times10^{-4} = 2\times10^{-2} + 0.05\times10^{-2} = 2.05\times10^{-2}\ mol/L$$

$$I = \frac{1}{2}\sum C_i Z_i^2$$

$$= \frac{1}{2}\left(C_{Na^+} Z_{Na^+}^2 + C_{SO_4^{-2}} Z_{SO_4^{-2}}^2 + C_{H^+} Z_{H^+}^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(4\times10^{-2}(1)^2 + 2.05\times10^{-2}(-2)^2 + 1\times10^{-3}(1)^2\right)$$

$$= 6.16\times10^{-2} = 0.0616$$

نطبق علاقة هيوكل بدل I تقوس $(0.01 - 0.1)$

$$\log\gamma_i = -0.5 Z_i^2 \frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}}$$

$$\log\gamma_{Na^+} = -0.5(1)^2 \frac{\sqrt{0.0616}}{1+\sqrt{0.0616}} = 0.099$$

$$\gamma_{Na^+} = 10^{-0.099} = 0.79$$

$$a_i = \gamma_i [i]$$

$$a_{Na^+} = (0.79)(4\times10^{-2}) = 3.16\times10^{-2}\ mol/L$$



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\log \gamma_{SO_4^{2-}} = -0.5(-2)^2 \frac{\sqrt{0.0616}}{1+\sqrt{0.0616}}$$

$$= \square$$

$$\gamma_{SO_4^{-2}} = 10^{\square} = \square$$

$$a_{SO_4^{2-}} = \gamma_{SO_4^{2-}} [SO_4^{-2}]$$

$$= \square \ (2.05 \times 10^{-2}) = \square \ mol/L$$

التأثير الكيميائي

**تركيز اكولي:**

**تركيز اكولي للعنصر:** هو عبارة عن التركيز الاكولاري لهذا العنصر على مجموع التراكيز الاكولارية لجميع الأشكال التي ظهرت في المحلول والتي تحوي هذا العنصر ويطلق على هذا التأثير باسم التأثير الكيميائي

تركيز اكولي $\alpha_i = \frac{[i]}{C_i}$ التركيز الاكولاري

مجموع التراكيز بكل

$$Ag^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)^+$$

$$Ag(NH_3)^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+$$

$$C_{Ag^+} = [Ag^+] + [Ag(NH_3)^+] + [Ag(NH_3)_2^+]$$

$$\alpha_{Ag^+} = \frac{[Ag^+]}{C_{Ag}} = \frac{[Ag^+]}{[Ag^+] + [Ag(NH_3)^+][Ag(NH_3)_2^+]}$$

$$\alpha_{Ag^+} = \frac{[Ag^+]}{[Ag^+]\left(1 + \frac{[Ag(NH_3)^+]}{[Ag^+]} + \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+]}\right)}$$

$$= \alpha_{Ag^+} = \frac{1}{1 + \frac{[Ag(NH_3)^+]}{[Ag^+]} + \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+]}}$$



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

## التوازن الكيميائي

ليكن لدينا التفاعل التالي: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

[1] ثابت التوازن الترموديناميكي $K_p^\circ$ هو ثابت التوازن بدلالة الفعاليات:

$$K_p^\circ = \frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b}$$

[2] ثابت التوازن بالتراكيز $K_c$ هو ثابت التوازن بدلالة المولارية:

$$K_c = \frac{C_C^c \; C_D^d}{C_A^a \; C_B^b}$$

[3] ثابت التوازن الشرطي $K'$ هو ثابت التوازن بدلالة التراكيز الكلية:

$$K' = \frac{C_c^c \; C_D^d}{C_A^a \; C_B^b}$$

$C_c$ تراكيز كلية

- استنتج العلاقة بين ثابت التوازن الترموديناميكي وثابت التوازن بالتراكيز؟

$$K_p^\circ = \frac{a_c^c \; a_D^d}{a_A^a \; a_B^b} \Rightarrow K_p^\circ = \frac{\gamma_c^c [C]^c \cdot \gamma_D^d [D]^d}{\gamma_A^a [A]^a \cdot \gamma_B^b [B]^b}$$

$$\Rightarrow K_p^\circ = \frac{\gamma_c^c \cdot \gamma_D^d}{\gamma_A^a \; \gamma_B^b} \cdot \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \Rightarrow K_p^\circ = \frac{\gamma_c^c \; \gamma_D^d}{\gamma_A^a \; \gamma_B^b} \cdot K_c \quad \rightarrow [4]$$

ملاحظة: في حالة الجمل المثالية $K_p^\circ = K_c$ حيث أن اللاوحدة لا تؤثر على قيمة الثابت

- ماهي العلاقة بين $K'$ و $K_c$؟

$$K' = \frac{C_c^c \; C_D^d}{C_A^a \; C_B^b} \qquad \alpha_i = \frac{[i]}{C_i} \Rightarrow C_i = \frac{[i]}{\alpha_i}$$

خطوة بخطوة:



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$K' = \frac{\frac{[C]^c}{\alpha_C^c}\frac{[D]^d}{\alpha_D^d}}{\frac{[A]^a}{\alpha_A^a}\frac{[B]^b}{\alpha_B^b}} \Rightarrow K' = \frac{\alpha_A^a \alpha_B^b}{\alpha_C^c \alpha_D^d} \cdot \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

$$\Rightarrow K' = \frac{\alpha_A^a \alpha_B^b}{\alpha_C^c \alpha_D^d} K_c \quad \rightarrow [5]$$

ملاحظة: $K' = K_c$ عندما تواجد لدينا معادلة بصيغة واحدة فقط في الحلول المائية ولا يوجد أعامة كيميائية

معادلة موازنة الكتلة:

$$Ag^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)^+$$

$$Ag(NH_3)^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

اكتب معادلة موازنة بكتلة للنترة

معادلة موازنة بكتلة $C_{Ag^+} = [Ag^+] + [Ag(NH_3)^+] + [Ag(NH_3)_2^+]$

معادلة موازنة بشحنة:

$$\Sigma(+) = \Sigma(-)$$

مجموع الشحنات السالبة = مجموع الشحنات الموجبة

معادلة موازنة بشحنة $[Ag^+] + [Ag(NH_3)^+] + [Ag(NH_3)_2^+] + [H^+] = [OH^-]$

أمثلة:



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

اكتب معادلة موازنة بسيطة والكتلة لمحلول $H_2S$ في الماء:

$$H_2S \rightarrow HS^- + H^+$$

$$HS^- \rightarrow S^{-2} + H^+$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

معادلة موازنة الكتلة $C_{H_2S} = [H_2S] + [HS^-] + [S^{-2}]$

معادلة موازنة الشحنة $[H^+] = [HS^-] + 2[S^{-2}] + [OH^-]$

نلاحظ عدد ذرة الشحنة الأيون بتركيزه الموازي في معادلة موازنة الشحنة أضعفها.

اكتب معادلة موازنة بسيطة والكتلة لمحلول كربونات الكالسيوم في الماء:

$$CaCO_3 \rightarrow Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

$$CO_3^{-2} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H^+$$

$$HCO_3^- + H_2O \rightarrow H_2CO_3 + OH^-$$

$$H_2CO_3 \rightarrow CO_3^{-2} + 2H^+$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

معادلة موازنة الكتلة $C_{CaCO_3} = [Ca^{+2}] + [CO_3^{-2}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3]$

معادلة موازنة الشحنة $2[Ca^{+2}] + [H^+] = 2[CO_3^{-2}] + [OH^-] + [HCO_3^-]$

$$Ag^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)^+$$

$$Ag(NH_3)^+ + NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+$$

$$H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

معادلة موازنة الكتلة $C_{Ag^+} = [Ag^+] + [Ag(NH_3)^+] + [Ag(NH_3)_2^+] + [NH_4^+]$

معادلة موازنة الشحنة $[H^+] + [Ag^+] + [Ag(NH_3)^+] + [Ag(NH_3)_2^+] + [NH_4^+] = [OH^-]$



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z