

الوحدة 04 : (كيمياء) تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

PH محلول مائي:

من أجل المحاليل المائية الممددة $[H_3O^+] = 10^{-PH} \text{ mol/l}$, $PH = -\log [H_3O^+]$: $[H_3O^+] \leq 0.1 \text{ mol/l}$

الحداء الساردي للماء : $K_e = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$ عند 25°C لكل محلول مائي

الحمض القوي : يتشرد كلياً في الماء $C \leq [H_3O^+]_f$ مثل : H_2SO_4 , HNO_3 , HCl

الحمض الضعيف : يتشرد جزئياً في الماء $C > [H_3O^+]_f$ مثل : $RCOOH$

الأساس القوي : يتشرد كلياً في الماء $C \leq [OH^-]_f$ مثل : $NaOH$, KOH $BOH \xrightarrow{H_2O} B^+ + OH^-$

الأساس الضعيف : يتشرد جزئياً في الماء $C > [OH^-]_f$ مثل : RNH_2 , NH_3 $B_{aq} + H_2O(l) = BH^+_{aq} + OH^-_{aq}$

الناتية (أساس / حمض) : لكل حمض أساسه المرافق والعكس صحيح (HA / A^-)

التقدم الاعظمي : X_{max} نحصل عليه عندما يختفي المتفاعل المحد تماماً . (يوافق استهلاك المتفاعل المحد كلياً)

التقدم النهائي : X_f نحصل عليه في نهاية التفاعل . (وهو الموافق لتوقف تطور حالة جملة كيميائية) .

نسبة التقدم النهائي : $r_f = \frac{X_f}{X_{max}}$ تتعلق بالحالة الابتدائية للجملة

أساتاد المبررات
بواسطة عبد الحميد
الذويبة فاضل كزهر

$r_f = 1$ التفاعل تام
 $r_f < 1$ التفاعل غير تام (محدود)

كسر التفاعل : Q_r هو مقدار يميز الجملة الكيميائية وهي في حالة ما .

قيمته خلال التفاعل تدلنا على مدى تقدم التفاعل الجاري عبارته تتعلق بطبيعة الجملة .

(كسر التفاعل الابتدائي : Q_{ri})

(كسر التفاعل النهائي : Q_{rf})

$$Q_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$



$[H_2O] = 1$, [صلب] = 1 , الماء مذيب /

مفهوم حالة التوازن الكيميائي: هو حالة تحدث عندما تكون المتفاعلات والناتج بكميات ثابتة في الحالة النهائية

أي حدوث تفاعلين كيميائيين متزامنين ومتعاكسين وبسرعتين متساويتين .

ثابت التوازن : K ثابت يميز التفاعلات المحدودة لا يتعلق بالتركيب الابتدائي للجملة وإنما يتعلق بدرجة الحرارة .

وهو مرجع لتحديد اتجاه تطور الجملة الكيميائية .

$$K = Q_{rf} = \frac{[C]_f^c [D]_f^d}{[A]_f^a [B]_f^b}$$

$K \gg 1$ التفاعل تام
 $K \ll 1$ التفاعل محدود

حالة توازن : $(=)$ $Q_r = K$
الاتجاه المباشر : $(\rightarrow)$ $Q_r < K$
الاتجاه عكسي : $(\leftarrow)$ $Q_r > K$

ثابت الحموضة : Pka , Ka ل (أساس / حمض) $HA + H_2O = A^- + H_3O^+$: (HA / A^-)

$$PKa = -\log Ka \Rightarrow Ka = 10^{-PKa} \Rightarrow Ka = K = \frac{[A^-]_f [H_3O^+]_f}{[HA]_f} = \frac{[أساس]_f [H_3O^+]_f}{[حمض]_f}$$

تستعمل في التمييز بين قوتي حمضين ضعيفين أو أساسين ضعيفين

الحمض الأقوى ينتمي إلى (AH / A^-) ذات Ka الأكبر أو Pka الأقل

الأساس الأقوى ينتمي إلى (AH / A^-) ذات Ka الأقل أو Pka الأكبر

علاقة PH بـ PKa

$$PH = PKa + \log\left(\frac{[A^-]_f}{[HA]_f}\right)$$

مجال تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية للناتية (أساس / حمض)

$PH = PKa$: $[الحمض]_f = [الأساس]_f$ لا صفة عالية

$PH > PKa$: $[الحمض]_f < [الأساس]_f$ الصفة الأساسية هي العالية

$PH < PKa$: $[الحمض]_f > [الأساس]_f$ الصفة الحمضية هي العالية

درجة نقاوة المحاليل المائية : P

$$C = (n/V)P\% ; C = 10dP/M ; P\% = (m_0/m) \cdot 100$$

($v_2 = v_1 + v_{eau}$) , (F معامل التمديد)

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1} ; \text{ قانون التمديد}$$

التحول الكيميائي غير تام (محدود)

$$\tau_f < 1 , \quad K < 10^{-4} , \quad X_f < X_{Max}$$

(أساس مع الماء) $[OH^-] < C$, (حمض مع الماء) $[H_3O^+] < C$

التحول الكيميائي التام

$$\tau_f = 1 , \quad K > 10^4 , \quad X_f = X_{Max}$$

(أساس مع الماء) $[OH^-] = C$, (حمض مع الماء) $[H_3O^+] = C$

مقارنة حمضين ضعيفين

الحمض الأقوى

Ka أكبر , PKa أقل , τ_f أكبر , PH أقل (لهما نفس التركيز المولي)

الأساس الأقوى

Ka أقل , PKa أكبر , τ_f أكبر , PH أكبر (لهما نفس التركيز المولي)

الصفة الغالبة للشائية (HA / A⁻)

$HA + H_2O = A^- + H_3O^+$			
n_0	/	0	0
$n_0 - X_f$	/	X_f	X_f

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{Max}} = \frac{n_f(A^-)}{n_0} = \frac{[A^-] \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[A^-]}{C} = \frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]}$$

حالة : $[HA] = [A^-]$

$$\tau_f = \frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{[A^-]}{2[A^-]} = \frac{1}{2} = 50\%$$

لا صفة غالبية : $\tau_f = 1/2$, PH = PKa

الصفة الحمضية غالبية : $\tau_f < 1/2$, PH < PKa

الصفة الأساسية غالبية : $\tau_f > 1/2$, PH > PKa



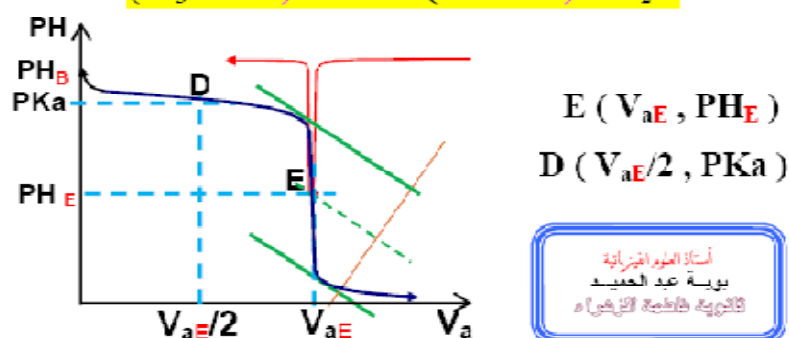
$$K = [A^-]/[HA][OH^-] = K_a/K_e$$

عند التكافؤ: $n(HA) = n(OH^-)$ أي $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{BE}$

تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج :

$[H_3O^+] = 10^{-PH}$	$[B^+] = (C_b \cdot V_b)/(V_a + V_b)$
$[OH^-] = 10^{-14}/[H_3O^+]$	$[A^-] = [B^+] + [H_3O^+] - [OH^-] \approx [B^+]$
	$[AH] = [H_3O^+][A^-]/K_a$

معايرة أساس ضعيف بـ حمض قوي



الملح الناتج حمضي $PH_E < 7$ ، الكاشف الملون (الهيليانتين)

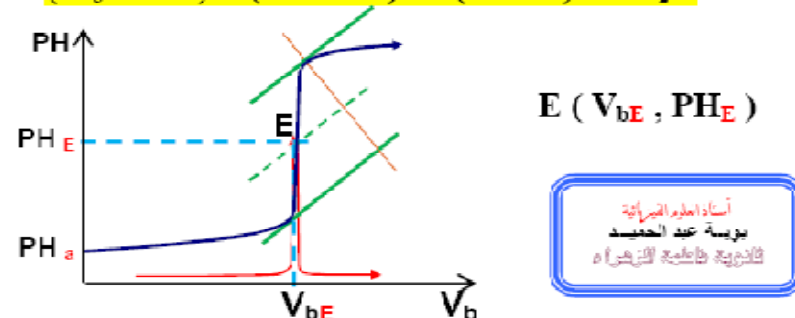
$$K = [BH^+]/[H_3O^+][B] = 1/K_a$$

عند التكافؤ: $n(H_3O^+) = n(B)$ أي $C_a \cdot V_{aE} = C_b \cdot V_b$

تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج :

$[H_3O^+] = 10^{-PH}$	$[A^-] = (C_a \cdot V_a)/(V_a + V_b)$
$[OH^-] = 10^{-14}/[H_3O^+]$	$[BH^+] = [A^-] + [OH^-] - [H_3O^+] \approx [A^-]$
	$[B] = K_a \cdot [BH^+]/[H_3O^+]$

معايرة حمض قوي بـ أساس قوي



الملح الناتج معتدل $PH_E = 7$ ، الكاشف الملون (أزرق بروموتيمول)

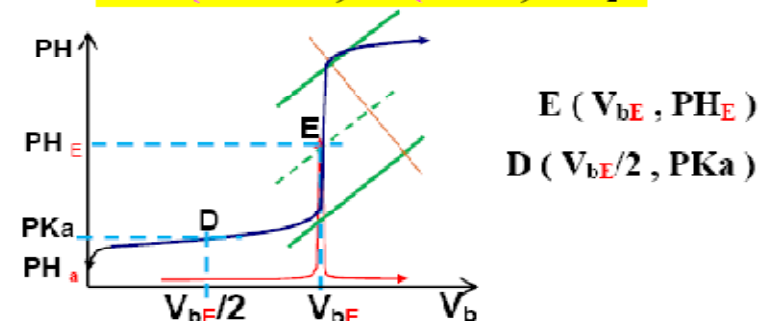
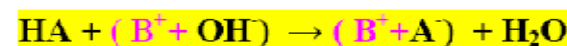
$$K = 1/[H_3O^+][OH^-] = 1/K_e$$

عند التكافؤ: $n(H_3O^+) = n(OH^-)$ أي $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$

تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج :

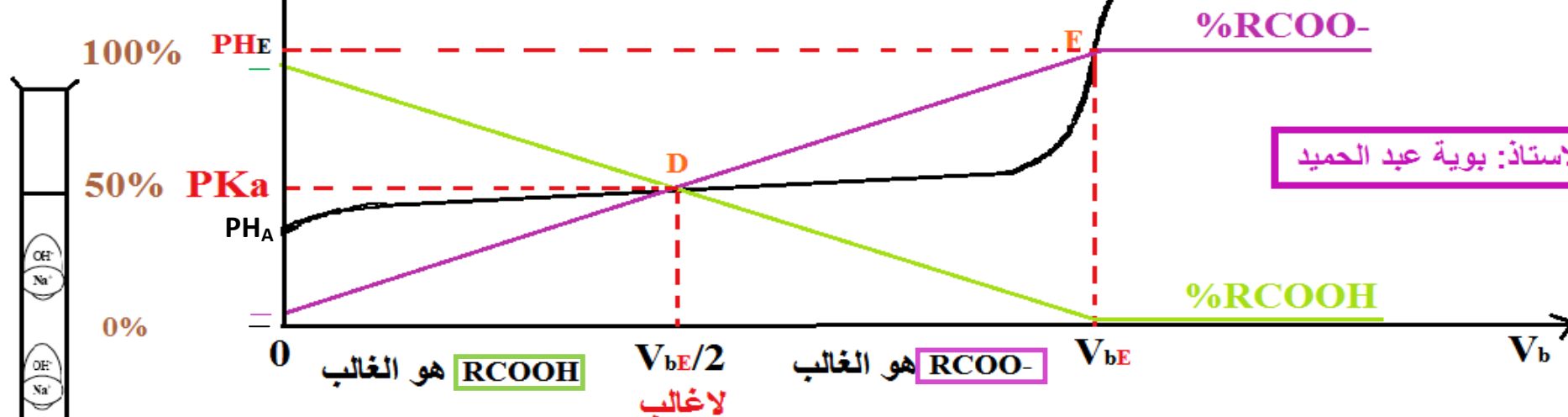
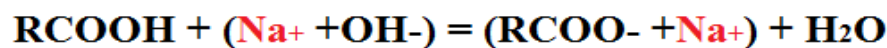
$[H_3O^+] = 10^{-PH}$	$[A^-] = (C_a \cdot V_a)/(V_a + V_b)$
$[OH^-] = 10^{-14}/[H_3O^+]$	$[B^+] = (C_b \cdot V_b)/(V_a + V_b)$

معايرة حمض ضعيف بـ أساس قوي

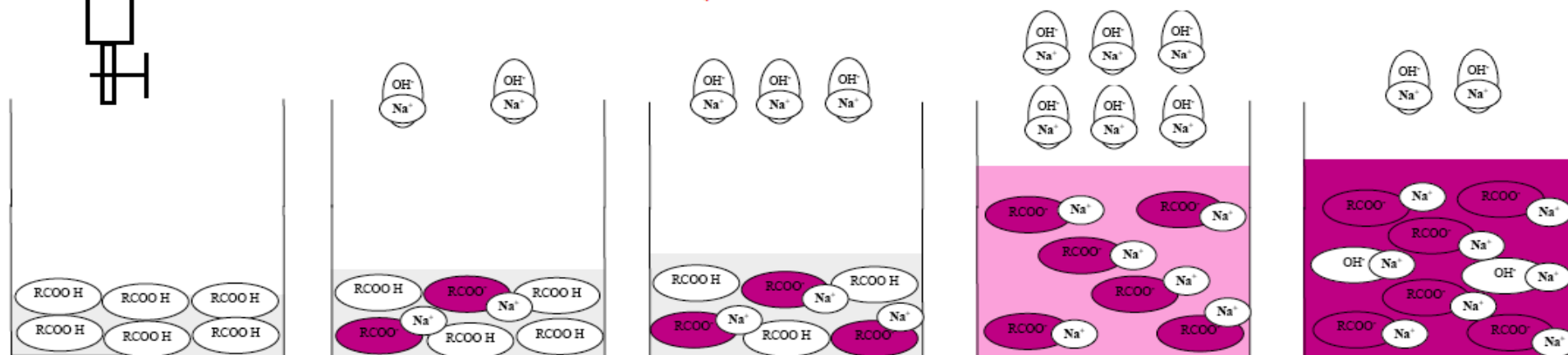


الملح الناتج أساسي $PH_E > 7$ ، الكاشف الملون (الفينول فتالين)

المعايرة PH مترية



الاستاذ: بوية عبد الحميد



البداية

كاشف الفينول فتالين

قبل التكافؤ

شفاف

OH^- هو المحد

نصف التكافؤ

شفاف

$[\text{RCOOH}] = [\text{RCOO}^-]$

التكافؤ

وردي

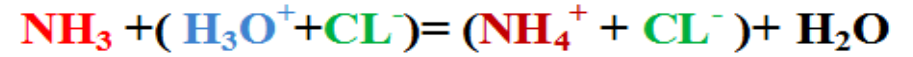
المزيج ستوكيومترى
 $n(\text{RCOOH}) = n(\text{OH}^-)$

بعد التكافؤ

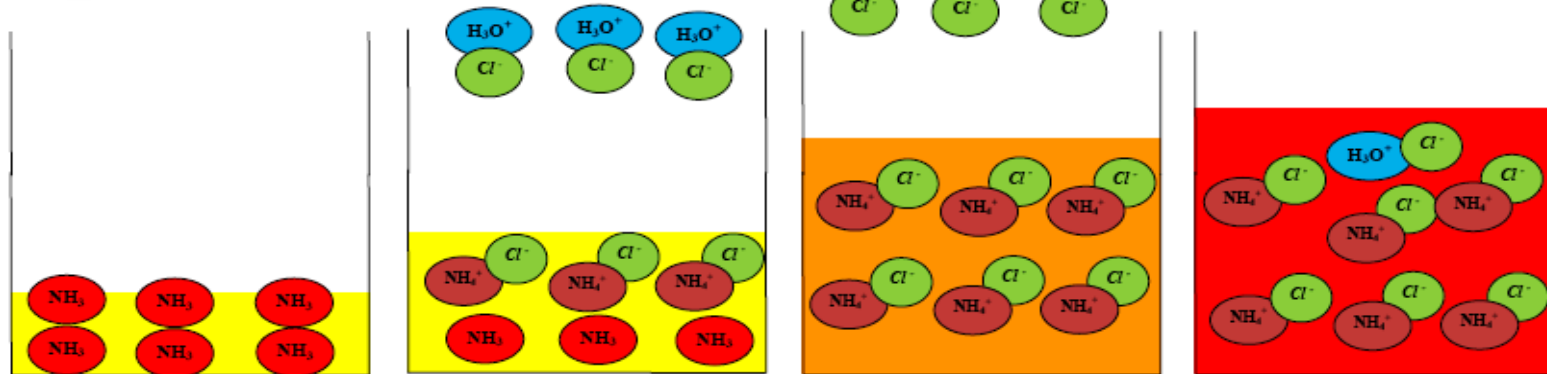
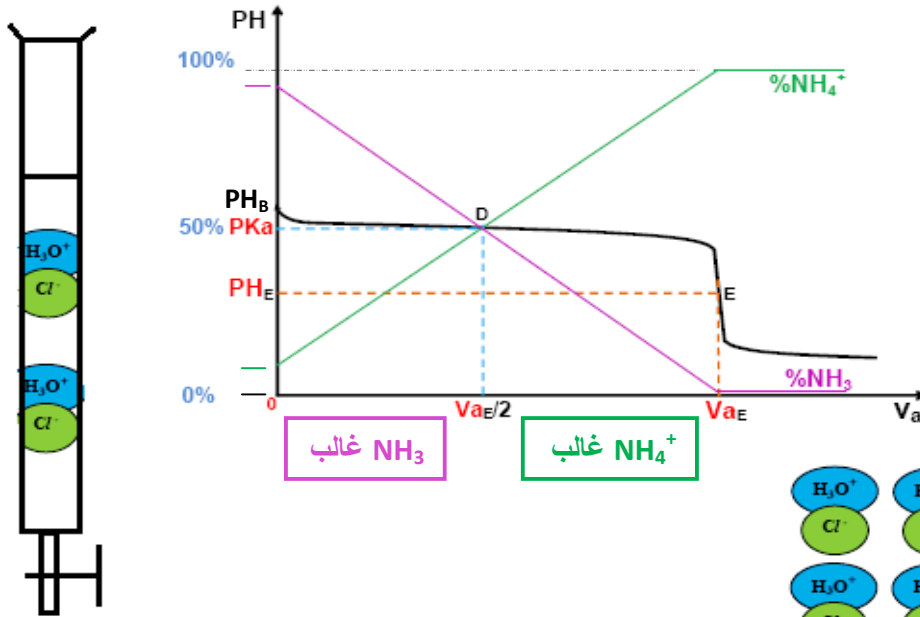
بنفسجي

RCOOH هو المحد

المعايرة PH مترية



الاستاذ: بوية عبد الحميد



قبل التكافؤ

الهيليانتين : اصفر

H_3O^+ هو المحد

NH_3 هو الغالب

نصف التكافؤ

اصفر

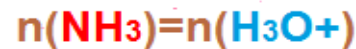


لا غالب

التكافؤ

برتقالي

المزيج ستوكيومتري



بعد التكافؤ

احمر

NH_3 هو المحد

NH_4^+ هو الغالب