الجداء الشاردي للماء في الدرجة $25°C$ $Ke=\left[H_3O^+\right]\times\left[OH^-\right]=10^{-14}$ ، $pKe=-Log\,Ke=14$

---

pH محلول مائي : $pH=-Log\left[H_3O^+\right]$. سواء كان المحلول حمضيا أو أساسيا أو معتدلا

طبيعة محلول مائي

	محلول معتدل	محلول حامضي	محلول أساسي
$\left[H_3O^+\right](mol.L^{-1})$	10^{-7}	$>10^{-7}$	$<10^{-7}$
$\left[OH^-\right](mol.L^{-1})$	10^{-7}	$<10^{-7}$	$>10^{-7}$
pH	7	<7	>7

النسبة النهائية للتقدم

مهما كان التفاعل الكيميائي $\tau_f=\frac{x_f}{x_m}$ ، تفاعل تام : $\tau_f=1$ ، تفاعل غير تـام (محدود) : $\tau_f<1$

تفاعل حمض مع الماء : $\tau_f=\frac{\left[H_3O^+\right]_f}{C}$ ، تفاعل أســاس مع الماء : $\tau_f=\frac{\left[OH^-\right]_f}{C}$

إذا مددنا أساسا ضعيفا أو حمضا ضعيفا تزداد نسبة التقدم النهائي . أي τ_f تتناسب عكسيا مع التركيز المولي للحمض أو الأساس .

كسر التفاعل Q_r

- يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية المنحلة
- لا يتعلق بتركيب المزيج الابتدائي (تراكيز المتفاعلات)
- يتعلق بدرجة الحرارة
- يتغير من الصفر إلى K (ثابت التوازن)

$\alpha A+\beta B=\gamma C+\delta D$: $Q_r=\frac{[C]^\gamma\times[D]^\delta}{[A]^\alpha[B]^\beta}$

ثابت التوازن K

$K=Q_{rf}$ (أي كسر التفاعل النهائي) ، له نفس خصائص Q_r

تفاعل تـام : $K>10^4$ ، تفاعل غير تـام : $K<10^4$

العلاقة بين K و τ_f عند تحليل حمض أو أساس في الماء التوازن

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

في تفاعل حمض مع أساس للثنائيتين A_1/B_1 و A_2/B_2

$A_1+B_2=B_1+A_2$

يكون ثابت التوازن

$$K=\frac{K_{a1}}{K_{a2}}=10^{pK_{a2}-pK_{a1}}$$

ثابت الحموضة لثنائية أساس / حمض (A/B)

$$K_a=\frac{\left[H_3O^+\right]\times[B]}{[A]} \quad ، \quad pH=pK_a+Log\frac{[B]}{[A]}$$

- K_a و pK_a غير معرفان بالنسبة لحمض أو أساس قويين .
- كلما كان K_a أكبر (أي pK_a أصغر) يكون الحمض أقوى .
- كلما كان K_a أصغر (أي pK_a أكبر) يكون الأساس أقوى .

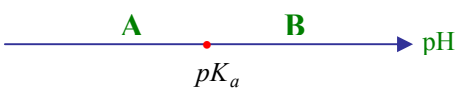
عندما يكون الماء أساسا H_3O^+/H_2O

$\mathbf{pK_a=0}$ ، $\mathbf{K_a=1}$

عندما يكون الماء حمضا H_2O/OH^-

$\mathbf{pK_a=14}$ ، $\mathbf{K_a=10^{-14}}$

مجال تغلّب الفردين الكيميائين في ثنائية A/B



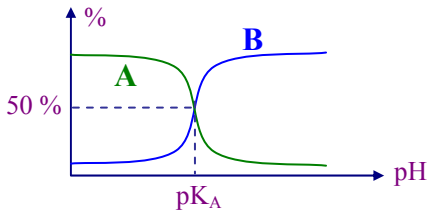
- $[A]=[B]$: $pH=pK_a$
- $[A]>[B]$: $pH<pK_a$
- $[B]>[A]$: $pH>pK_a$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

مجال توزيع الصفة لثنائية أساس / حمض (A/B)

- $pH = pK_a$: $\%[A] = \%[B] = 50\%$
- $pH < pK_a$: $\%[A] > \%[B]$
- $pH > pK_a$: $\%[B] > \%[A]$

مع العلم : $[A]+[B]=C$ ، C هو التركيز المولي للحمض أو الأساس



المعايرة

الكاشف الملون :

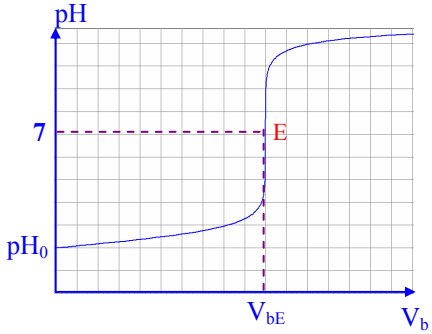
يتميز بثنائية أساس / حمض (HIn / In^-)

لون HIn يختلف عن لون In^-



مجال تغير الكاشف : (الشكل) . أفضل كاشف للمعايرة هو الذي مجاله يشمل نقطة التكافؤ .

معايرة حمض قوي بأساس قوي



مثلا : (H_3O^+, Cl^-) بـ (Na^+, OH^-)

معادلة التفاعل : $(Na^+, OH^-)+(H_3O^+, Cl^-)=2H_2O+(Na^+, Cl^-)$

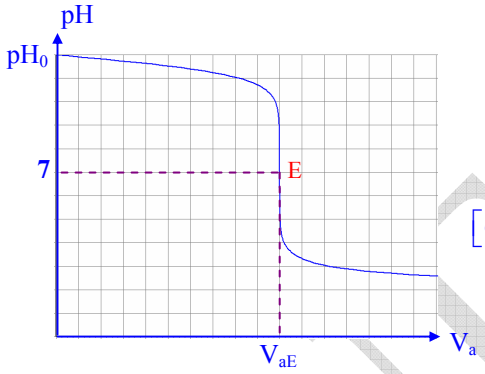
- التركيز المولي للحمض : $C_a = 10^{-pH_0}$

عند نقطة التكافؤ E يكون $C_aV_a = C_bV_{bE}$ ، $[Na^+]=\frac{C_bV_{bE}}{V_a+V_{bE}}$ ، $[Cl^-]=\frac{C_aV_a}{V_a+V_{bE}}$

تسمى نقطة التكافؤ كذلك نقطة التعديل لأن pH = 7

نحسب تراكيز الأفراد الكيميائية في كل نقطة باستعمال جدول التقدّم .

معايرة أساس قوي بحمض قوي



مثلا : (Na^+, OH^-) بـ (H_3O^+, Cl^-)

معادلة التفاعل : $(Na^+, OH^-)+(H_3O^+, Cl^-)=2H_2O+(Na^+, Cl^-)$

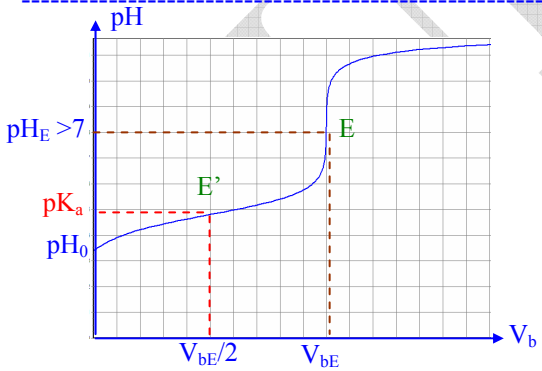
- التركيز المولي للأســاس : $C_b = 10^{pH_0-14}$

عند نقطة التكافؤ E يكون : $C_aV_{aE} = C_bV_b$ ، $[Na^+]=\frac{C_bV_b}{V_{aE}+V_b}$ ، $[Cl^-]=\frac{C_aV_{aE}}{V_{aE}+V_b}$

تسمى نقطة التكافؤ كذلك نقطة التعديل لأن pH = 7

نحسب تراكيز الأفراد الكيميائية في كل نقطة باستعمال جدول التقدّم .

معايرة حمض ضعيف بأساس قوي



مثلا : CH_3COOH بـ (Na^+, OH^-)

معادلة التفاعل : $CH_3COOH+(Na^+, OH^-)=H_2O+(Na^+, CH_3COO^-)$

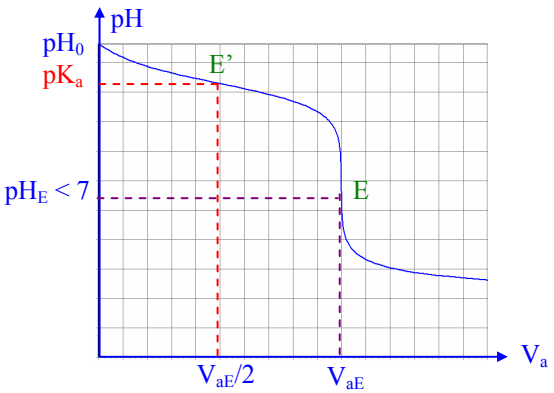
$C_a \neq 10^{-pH_0}$

عند نقطة التكافؤ E يكون : $C_aV_a = C_bV_{bE}$

عند نقطة نصف التكافؤ E' يكون $[CH_3COOH]=[CH_3COO^-]$

نحسب تراكيز الأفراد الكيميائية في كل نقطة باستعمال جدول التقدم .

معايرة أساس ضعيف بحمض قوي



مثلا : NH_3 بـ (H_3O^+, Cl^-)

معادلة التفاعل : $NH_3+(H_3O^+, Cl^-)=H_2O+(NH_4^+, Cl^-)$

$C_b \neq 10^{pH_0-14}$

عند نقطة التكافؤ E يكون : $C_aV_{aE} = C_bV_b$

عند نقطة نصف التكافؤ E' يكون $[NH_3]=[NH_4^+]$

نحسب تراكيز الأفراد الكيميائية في كل نقطة باستعمال جدول التقدّم .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

عادة ما يُطلب البرهان على هذه العلاقات في تمارين البكالوريا ، لهذا جمعنا لك في هذه الوثيقة كل العلاقات المحتملة . يجب عليك أن تبرهن عليها كلها ، حيث كلما فرغ لك الوقت حاول أن تبرهن على علاقة أو علاقتين . وهذا ما يجعلك تفهم أكثر هذا الدرس .

1 - محلول مائي حمضي لحمض ضعيف تركيزه C . بيّن أن $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$

---

2 - محلول مائي أساسي لأساس ضعيف تركيزه المولي C . بيّن أن $\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C}$

---

3 - محلول مائي حمضي أو أساسي تركيزه المولي C . بيّن أن $K = \frac{C\tau_f^2}{1-\tau_f}$

---

4 - نحلّل حمضا ضعيفا في الماء . بيّن أن $\tau_f = \frac{K_a}{K_a + 10^{-pH}}$.

---

5 - نحلّل أساسا ضعيفا في الماء . بيّن أن $\tau_f = \frac{1}{1 + K_a \times 10^{pH}}$.

---

6 - نحلّل في الماء حمضا ضعيفا فيكون تركيزه المولي C . بيّن أن $Q_{rf} = K = \frac{\left[H_3O^+\right]^2}{C - \left[H_3O^+\right]} = K_a$

---

7 - نحلّل في الماء أساسا ضعيفا فيكون تركيزه المولي C . بيّن أن $Q_{rf} = K = \frac{\left[OH^-\right]^2}{C - \left[OH^-\right]} = \frac{K_e}{K_a}$

---

8 - حمض ضعيف جدّا في الماء تركيزه المولي C_A . $C_A = 10^{pK_a - 2pH}$

---

9 - أساس ضعيف جدّا في الماء تركيزه المولي C_B . $C_B = 10^{(2pH - pK_a - pK_e)}$

---

10 - نحلّل حمض الإيثانويك في الماء . بيّن أن $pH = pK_a + Log\frac{\left[CH_3COO^-\right]_f}{\left[CH_3COOH\right]_f}$

---

11 - حمض ضعيف في الماء ، حيث V هو حجم المحلول ، بيّن أن $Q_{rf} = \frac{x_m \tau_f^2}{V\left(1-\tau_f\right)}$

---

12 - حمض ضعيف في الماء ، تركيزه المولي C . بيّن أن $Q_{rf} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$

13 - حمض الميثانويك في الماء ، تركيزه المولي C . بيّن أن $\frac{\left[HCOOH\right]_f}{\left[HCOO^-\right]_f} = C.10^{pH} - 1$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

14 - حمض ضعيف في الماء . بيّن أن $\tau_f = \dfrac{1}{1+10^{pK_a-pH}}$

---

15 - أساس ضعيف في الماء . بيّن أن $\tau_f = \dfrac{1}{1+10^{pH-pK_a}}$

---

16 - محلول حمضي لحمض ضعيف تركيزه C وحجمه V ، أو محلول مائي لأساس ضعيف . بيّن أن $K = \dfrac{x_f^{\,2}}{V\left(CV - x_f\right)}$

---

17 - حمض قوي في الماء . بيّن أن $pH = -Log\,C_A$

---

18 - أســاس قوي في الماء . بيّن أن $pH = 14 + Log\,C_B$

---

19 - نمزج $n_0\ mol$ من CH_3COOH مع $n_0\ mol$ من NH_3 . بيّن أن $\tau_{éq} = \dfrac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$

---

20 - في تفاعل حمض – أساس بين الثنائيتين A_1/B_1 و A_2/B_2 . بيّن أن $K = 10^{pK_{a2}-pK_{a1}}$

---

21 - نعاير حمضا ضعيفا بواسطة أساس قوي . بيّن أن $pK_a = pH + Log\left(\dfrac{C_A V_A}{C_B V_B} - 1\right)$

---

22 - عند معايرة حمض قوي بأساس قوي ، بيّن أنه :

قبل التكافؤ : $pH = -Log\dfrac{C_A V_A - C_B V_B}{V_A + V_B}$

بعد التكافؤ : $pH = pK_e - Log\dfrac{V_A + V_B}{C_B V_B - C_A V_A}$

---

23 - عند معايرة أساس قوي بحمض قوي ، بيّن أنه :

قبل التكافؤ : $pH = pK_e - Log\dfrac{V_A + V_B}{C_B V_B - C_A V_A}$

بعد التكافؤ : $pH = -Log\dfrac{C_A V_A - C_B V_B}{V_A + V_B}$

---

24 - نمزج حجمين متساويين من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C وميثانوات الصوديوم تركيزه المولي 2C .

بيّن أن $K = \dfrac{\tau_f^{\,2}}{\left(2-\tau_f\right)\left(1-\tau_f\right)}$

GUEZOURI Aek , Lycée Mehadji – Oran
Site : www.guezouri.org
Tél : 07 73 34 31 76
Blog sur FB : Akhbar El-lil
Page FB : Guezouri_Physique
Chaine YouTube : PHYSIANET GUEZOURI

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM