المجال :التطورات الرتيبة

الوحدة 4: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

الموضوع: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

$\log 10 = 1$
$\log 1 = 0$
$\log a.b = \log a + \log b$
$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$
$\log 10^x = x \log 10 = x$
$y = 10^x \Leftrightarrow x = \log y$

I - pH محلول مائي:

1-كيف يمكن التعرف عمليا على درجة حموضة محلول مائي ؟.

من اجل المحاليل المخففة يعرف الـ Ph ($[H_3O^+] \leq 10^{-1}$ mol . L $^{-1}$)

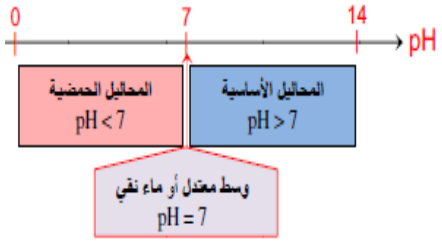
$[H_3O^+] = 10^{-pH} \rightarrow pH = -\ Log\ [H_3O^+]$ حيث يسمى log بالللوغارتم العشري ذو الاساس 10

مثال : لدينا محلولين حمضيين S_1 لكلور الهيدروجين $H^+ Cl^-$ والاخر S_2 لحمض الايثانويك (حمض الخل CH_3COOH) التركيز المولي لـ $[H_3O^+]$ فيهما على الترتيب 1.10^{-1} mol . L $^{-1}$ و $3.98.10^{-1}$ mol . L $^{-1}$

- احسب قيمة الـ p H لكل محلول - استنتج طبيعة العلاقة بين تغير $[H_3O^+]$ و الـ p H

ملاحظة : من اجل الدرجة 25°C يعرف مايسمى بالجداء الشادي للماء المقطر(H_2O)(النقي) بالعلاقة :

$K_e = 10^{-14} = [OH^-] \times [H_3O^+]$



حيث يكون : في الوسط المعتدل (الماء المقطر) $[HO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = 10^{-7}$ mol.L^{-1}

2-ماهي طرق قياس الـ pH؟.

II - تاثير الحمض اولاساس على الماء:

1-ماهو الحمض ؟: لاحظ معادلات التفاعل الكميائية التالية :

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^- \rightarrow (1)$$
$$HCO_3^- + H_2O \rightarrow H_3O^+ + CO_3^{-2} \rightarrow (2)$$
$$NH_4^+ + H_2O = H_3O^+ + NH_3 \rightarrow (3)$$
$$CH_3 - COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3 - COO^- \rightarrow (4)$$

-ماهو التصرف المشترك بين المركبات وماذا تسمى ؟اعطي تعريفا لها $(CH_3 - COOH)(HCl)(HCO_3^-)(NH_4^+)$

2-ماهو الاساس ؟: لاحظ معادلات التفاعل الكميائية التالية :

$$H_3O^+ + SO_4^{-2} \rightarrow H_2O + HSO_4^{-1} \rightarrow (1)$$
$$CN^- + H_3O^+ \rightarrow H_2O + HCN \rightarrow (2)$$
$$NH_3 + H_2O = HO^- + NH_4^+ \rightarrow (3)$$
$$CH_3 - NH_2 + H_2O = HO^- + CH_3 - NH_3^+ \rightarrow (4)$$

-ماهو التصرف المشترك بين المركبات وماذا تسمى ؟اعطي تعريفا لها $(SO_4^{-2})(CH_3 - NH_2)(CN^-)(NH_3)$

1- حمض قوى وحمض ضعيف:

لدينا محلولين حمضيين احدهما لكلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2}$ mol . L $^{-1}$ وله p H $_1$ = 2 والاخر لحمض الايثانويك تركيزه المولي $C_2 = 10^{-2}$ mol . L $^{-1}$ وله p H $_2$ = 3.4 المحاليل عند T= 25 ^{0} C

اكتب معادلة التفاعل الكميائي الحادثة لكل محلول مع توضيح الثنائيات اساس /حمض لكل تفاعل

- احسب كتلة كل حمض اللازمة لتحضير 100 m l من كل محلول

- احسب التركيز المولى لـ [H_3O^+] في كل محلول وقارنها مع تركيزه المولى

-استنتج تعريفا للحمض القوى والحمض الضعيف

- اكتب معادلة التفاعل العامةللحمض القوى والضعيف مع الماء

2 - الاساس القوى والضعيف:

لدينا محلولين مائيين احدهما لهيد وكسيد الصوديوم ($Na^+_{aq} + OH^-_{aq}$)والاخرمثيل أمين $CH_3\text{-}NH_{2\,aq}$ لهما نفس التركيز المولى $C = 10^{-2}$ mol . L^{-1} عند درجة الحرارة $T = 25^0$ C ان قياس الـ p H لهما أعطى القيمتين على الترتيب: $pH_1 = 12$ و $pH_2 = 10.8$

ملاحظة : هيدروكسيد الصوديوم NaOH ذوبنية بلورية يذوب فى الماء كما يلى

$$NaOH_{(S)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

- احسب التركيز المولى لـ[H_3O^+] فى كل محلول

- استنتج التركيز المولى لـ[OH^-] فى كل محلول وقارنه مع التركيزC

- استنتج تعريفا للأساس القوى والأساس الضعيف

- اكتب معادلة التفاعل العامة للأساس القوى والضعيف مع الماء

III - تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

1 - المقارنة بين التقدم النهائى X_f والتقدم الاعظمى X_{max}

نشاط1 :نحضر 1 L من محلول مائى لكلور الهيدروجين وذالك باذابة حجما قدره 240 m L من غاز كلور الهيدروجين HCl في 1Lمن الماء النقى فنجد ان قيمة الـ pH =2.0 الحجم المولى فى الشروط التجريبية

1- V_m =24 $L.mol^{-1}$ اكتب المعادلة المنمذجة للتحول الكيميائى بين الغاز والماء 2 - احسب التركيز المولى لهذ المحلول

3- انجز جدول التقدم 4- اعط تعريف التقدم الاعظمى X_{max} ثم احسب قيمته - اعط تعريف التقدم النهائى X_f واحسب قيمته 5- اوجد النسبة بين X_f و X_{max} (نسبة تقدم التفاعل النهائية $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$)ماذا تستنتج؟.

نشاط 2: فى حوجلة سعتها 500 mL نضع 2.86 mL من حمض الايثانويك او مايسمى بحمض الخل CH_3COOH كثا فته d= 1.05 ثم نكمل الى خط العيار بالماء النقي فنجد ان قيمة الـ pH=2.9

1- احسب التركيز المولى للمحلول2- اكتب المعادلة المنمذجة لهذ التحول الكيميائى3- انجز جدول التقدم

4- احسب التقدم النهائى X_f والتقدم الاعظمى X_{max} ثم النسبة بينهما $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ ماذا تستنتج؟.

- اعط تعريف نسبة تقدم التفاعل اللحظية τ عند اى لحظة زمنية t

2-مفهوم حالة التوازن

1 ـ اتجاه تطور جملة كيميائية

نشاط: نسكب في بشيرين A و B حجما قدره 50 ml من محلول حمض الايثانويك في كل منهما تركيزه المولي 1.10^{-1} mol . L^{-1} فنجد ان قيمة الـ pH =2.9 عند T= 25 ^{0}C

1 ـ اكتب معادلة تفاعل حمض الخل مع الماء2 ـ احسب التركيز المولي لـ [H_3O^+]

3 ـ نضيف الى البيشر A قطرات من محلول حمض الايثانويك بعد الرج جيدا والاستقرار نجد ان

قيمة الـ pH =2.7 أ ـ احسب التركيز المولي لـ [H_3O^+]

ب ـ قارن بين التركيز المول لـ [H_3O^+] قبل وبعد الإضافة ماذا الاستنتاج

4 ـ نضيف الى البشر B 0.5 g من ايثانوات الصوديوم $CH_3\text{-}COO^- + Na^+$ بعد الرج جيدا والاستقرار

نجد ان قيمة الـ p H =5 أ ـ احسب التركيز المولي لـ [H_3O^+]

ب ـ قارن بين التركيز المولي لـ [H_3O^+] قبل وبعد الاضافة مع الاستنتاج5 ـ استنتج كيف تطورت الجملة في كل بيشر

2 ـ حالة توازن جملة كيميائية

ا-انطلاقا من النشاط السابق لمحلول حمض الايثانويك الذي تركيزه المولي 1.10^{-1} mol . L^{-1} وجدنا ان قيمة

الـ p H =2.9 عن T = 25 ^{0}C 1 ـ حدد الانواع الكيميائية في المحلول

2 ـ احسب التركيز المولي لمختلف الانواع الكيميائية المتواجدة في المحلول في الحالة النهائية عدا الماء . 3 ـ استنتج مفهوم حالة توازن جملة كيميائية.

ب-هل يجد توازن في حالة تحول تام؟علل.

3 ـ كسر التفاعل Q_r : ان كسر التفاعل مقدار يميز الجملة الكيميائية وهي في حالة ما .قيمته تدلنا على مدى تقدم التفاعل وعبارته تتعلق بطبيعة الجملة فا من اجل تحول كيميائي غيرتام

منمذج بالمعادلة التالية:

$$aA+bB=cC+dD \rightarrow (1)$$

يعرف كسر التفاعل بالعلاقة التالية :

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

-هل له وحدة؟.

ملاحظة: عندما يكون المذيب ماء يكون: $[H_2O]=1$ **نفس الشيء للأجسام الصلبة تركيزها :** $[Solide]=1$

ـ في حالة احد الانواع الكيميائية غاز فهو معقد وغير مقرر

$$H-COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)}=H-COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$$

$$Cu_{(s)}+2(Ag^+ + NO_3^-)_{(aq)}=Cu^{+2}_{(aq)}+2NO_3^-{}_{(aq)}+2Ag_{(s)}$$

اكتب كسر التفاعل الخاص بكل تفاعل من التفاعلات التالية:

4-علاقة كسر التفاعل بتقدم التفاعل:

نذيب كمية(n_0) من حمض البوتانويك (C_3H_7-COOH) في حجم(V) الماء 1 - انجز جدول التقدم

2 - اوجد كسر التفاعل بدلالة التقدم X 3- احسب $Q_{R\,I}$ 4- اعطي عبارة $Q_{R\,f}$

4- هل كسر التفاعل يتغير مع مرور الزمن ؟علل.

5- ثابت التوازن K (كسر التفاعل في حالة التوازن)

نشاط: لدينا محلولين حمضيين لحمض الخل عند درجة الحرارة $T= 25\ ^0\ C$

S_1 تركيزه المولى $C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ وقيمة $pH_1 = 3.40$

S_2 تركيزه المولى $C_2 = 5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ وقيمة $pH_2 = 3.56$

1 - احسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل في كل محلول وماذ تستنتج؟.

2 - احسب $Q_{r\,f}$ (ثابت التوازنK) لكل محلول وماذ تستنتج ؟.

3-استنتج كيف يمكن معرفة اتجاه تطور جملة كيميائية ؟.

6 - تاثير الحالة الابتدائية للجملة على حالة التوازن

هل تتعلق نسبة تقدم التفاعل النهائية بالتركيز الابتدائي للحملة؟

نشاط: لدينا محلولين حمضيين S_1 وS_2 لحمض البروبانويك CH_3CH_2COOH تركيزهما المولى على الترتيب

$C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و $C_2 = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ان الناقلية النوعية للمحلولين

على الترتيب $\sigma_1 = 143.\ 10^{-4}\ s.m^{-1}$ و $\sigma_2 = 43.\ 10^{-4}\ s.m^{-1}$ عند $T= 25\ ^0\ C$

1 - اكتب معادلة تفاعل حمض البروبانويك مع الماء.

2 - حدد الانواع الكيميائية الموجودة في المحلولين

3 - احسب التركيز المولى لمختلف الانواع الكيميائية الموجودة في كل محلول في الحالة النهائية

4 - احسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل في كل محلول

5 - اوجد علاقة بين ثابت التوازن والنسبة النهائية لتقدم التفاعل $(\lambda_{H^+} = 35ms.m^2.mol^{-1})(\lambda_{C_2H_5-COO^-} = 3.58ms.m^2.mol^{-1})$

ملاحظة: من اجل $K > 10^4$ فان $\tau_f\ \% > 99\ \%$ التحول شبه تام

IV- التحولات (حمض – اساس)

1-التفكك الذاتي للماء نشاط: تم قياس الناقلية النوعية للماء المقطر عند درجة الحرارة

$T = 25\ ^0C$ فوجد ت $\mu\ s.m^{-1}$ $\sigma=5.5$ 1 - في رايك ما هي الشوارد المسؤولة على ناقلية الماء المقطر

2 - اكتب معادلة تفكك الماء3 - احسب التركيز المولي للشوارد المسؤولة على ناقلية الماء ثم استنتج الجداء

$([H_3O^+] \times [OH^-])$ 4 - احسب قيمة الـ p H للماء النقي $(\lambda_{H^+} = 35ms.m^2.mol^{-1})(\lambda_{OH^-} = 20ms.m^2.mol^{-1})$

2 - ثوابت الحموضة Ka و الـ p Ka للثنائية (اساس/ حمض)

نعتبر حمض ضعيف رمزه (AH) ينحل في الماء وفقا للمعادلة

$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+ \rightarrow (1)$ يسمى المقدار K_a

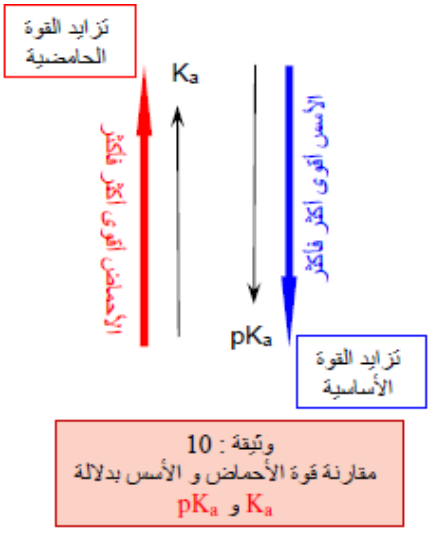
ثابت الحموضة ويعرف بالعلاقة:

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

لايتعلق الثابت K_a الا بدرجة الحرارة وطبيعة الحمض

الثابت : pk_a يعرف بالعلاقة : $K_a = 10^{-pK_a} \Rightarrow pK_a = -\log K_a$

-ماهي الدلالات التي يمكن ان يشير اليها ثابت الحموضة K_a حسب رأيك ؟.



وثيقة : 10
مقارنة قوة الأحماض و الأسس بدلالة pK_a و K_a

3-مقارنة قوة الاحماض الضعيفة والاسس الضعيفة:

1 - **الاحماض:** تمرين 23 ص223كتاب مدرسي ج 1

2 - **الاسس:**

نعتبر محلولين S_1 و S_2 لهما نفس التركيز $C=1,0.10^{-2}mol/\ell$ ، عند 25°C .

S_1 : محلول الأمونياك $K_{A1}=6,3.10^{-10}$

S_2 : محلول مثيل أمين $K_{A2}=2.10^{-11}$

نقيس pH هذين المحلولين عند 25°C ، فنجد تباعا $pH_1=10,6$ و $pH_2=11,4$.

اكتب معادلة انحلال كل اساس في الماء .- 2-

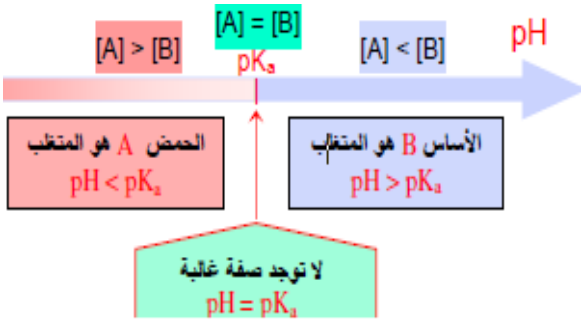
احسب بالنسبة لكل محلول τ_f

اعطي عبارة كل من K_{a_2} و K_{a_1} ثم قارن بين قوة الاساسين .

تمرين 12 ص220كتاب مدرسي ج 1

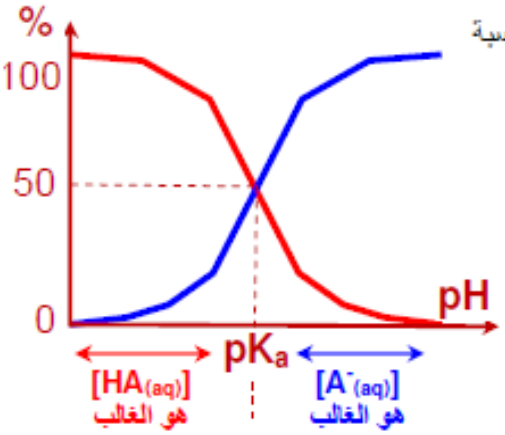
4-العلاقة بين الـPh و الـ pk_a : بالاعتماد على عبارة الـ k_a أوجد العلاقة بين الـ Ph و الـ pk_a

5-مجالات تغلب الصفة الحمضية او الاساسية للثنائية(اساس/ حمض):



1-مخطط الصفة الغالبة : بالاعتماد على هذا المخطط والعلاقة السابقة بين الـ Ph و الـ pk_a ناقش هذه الحالات الثلاثة :

2 - مخطط توزيع الصفة الغالبة:



لمعرفة الصفة الغالبة لثنائية (أساس/حمض) ، يستعمل عادة مخطط يدعى مخطط الصفة الغالبة يبرز تطور النسبة المئوية للصفة الحمضية و النسبة المئوية للصفة الأساسية بدلالة pH الوسط ، بحيث تقدر هذه النسب مئويًا .

عند تقاطع المنحنيين : % للحمض HA = % للأساس A^- = 50 %
هذا يعني أن : $[\text{الأساس}]_f = [\text{الحمض}]_f$ أي : $pH = pK_a$.
تحسب هذه النسب بالنسبة للتركيز الكلي للحمض و الأساس في المحلول .

$$\%\ \text{للحمض HA} = \frac{[\text{الحمض}]_f}{[\text{الحمض}]_f + [\text{الأساس}]_f} \times 100$$

$$\%\ \text{للأساس } A^- = \frac{[\text{الأساس}]_f}{[\text{الحمض}]_f + [\text{الأساس}]_f} \times 100$$

-تمرين 25 ص 223 ج 1

3 تطبيق على الكواشف الملون اوالدليل

الكواشف الملونة عبارة عن أحماض أو أسس ضعيفة تتميز بالثنائية (أساس/ حمض) بحيث يكون للحمض وأساسه المرافق لونين مختلفين ونرمز للثنائية (In^- / HIn) بحيث :

$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = In^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

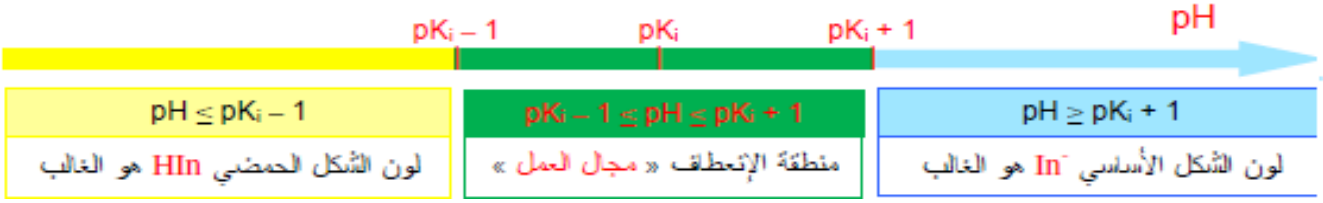
ملاحظات :

نرمز لثابت الحموضة لثنائية (HIn/In^-) بالرمز K_i حيث : $K_i = \frac{[H_3O^+]_f \times [In^-]_f}{[HIn]_f}$

بالتالي : $pH = pK_i + \text{Log}\frac{[In^-]_f}{[HIn]_f}$

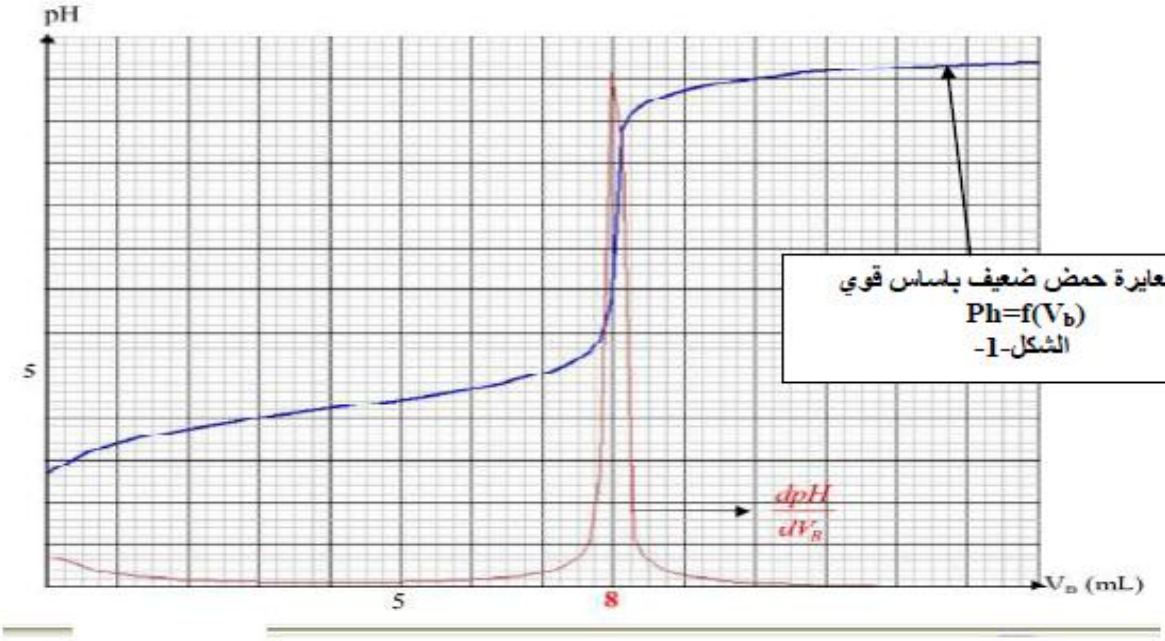
إن لون محلول يتعلق بنسبة التركيزين $\frac{[In^-]_f}{[HIn]_f}$ للكاشف الملون الموضوع فيه ، و بالتالي بقيمة pH المحلول . نميز ثلاث حالات :

- ✓ سنقبل بأن العين المجردة العادية تميز بوضوح لون الشكل الحمضي للكاشف في المحلول الذي يوضع فيه دون لون شكله الأساسي إذا كان : $\frac{[HIn]_f}{[In^-]_f} \geq 10 \Leftarrow \frac{[In^-]_f}{[HIn]_f} \leq 0,1 \Leftarrow \text{Log}\frac{[In^-]_f}{[HIn]_f} \geq -1 \Leftarrow pH \leq pK_i - 1$.
- ✓ بنفس الطريقة فإن الكاشف الملون يظهر بلون شكله الأساسي المميز بوضوح دون لون شكله الحمضي في المحلول الذي يوضع فيه إذا كان : $\frac{[In^-]_f}{[HIn]_f} \geq 10 \Leftarrow \text{Log}\frac{[In^-]_f}{[HIn]_f} \geq +1 \Leftarrow pH \leq pK_i + 1$.
- ✓ يظهر الكاشف الملون بلونه الأصلي و هو لون ناتج عن مزيج لوني شكليه الحمضي و الأساسي في المحلول المائي الذي يوضع فيه إذا كان : $pK_i - 1 \leq pH \leq pK_i + 1$ ، و يعرف هذا المجال أو المنطقة من سلم الـــ pH للمحلول بـــ « منطقة الإنعطاف » أو « مجال التحول اللوني للكاشف » و أحيانًا ندعوه « مجال عمل الكاشف الملون » .



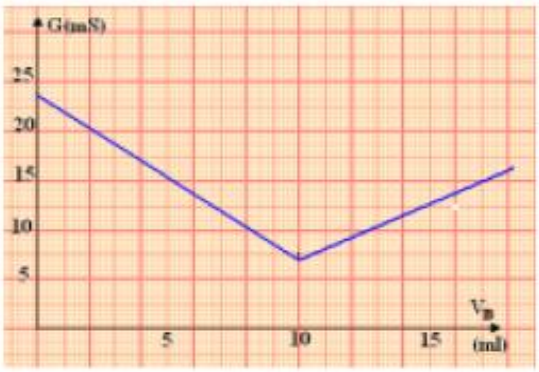
تمرين 30ص 226 كتاب مدرسي ج 1 من إعداد الأستاذ خيرات مخلوف ثانوية العربي بن مستورة–زعرورة- تيارت - لاتنسونا من دعائكم

في حالة خطا راسلونا على العنوان التالي :Makhlouf04@gmail.com



محنى معايرة حمض ضعيف باساس قوي
$Ph=f(V_b)$
الشكل-1-

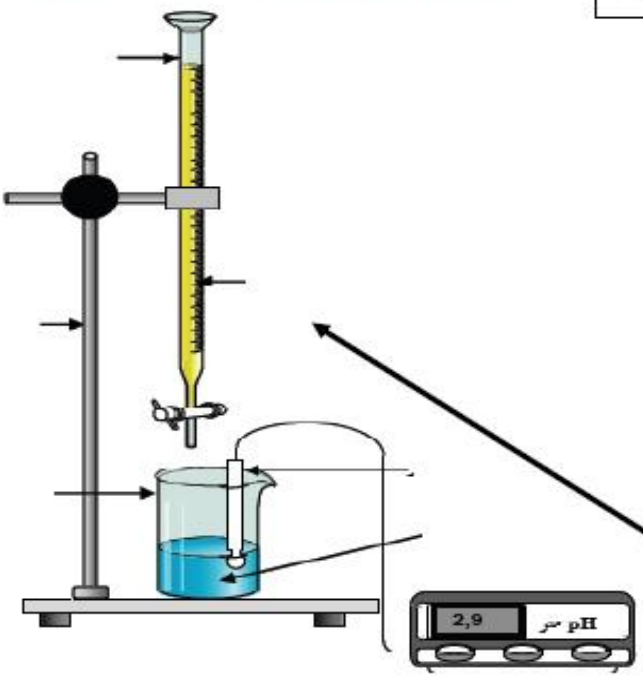
المعايرة عن طريق قياس الناقلية الشكل-2-

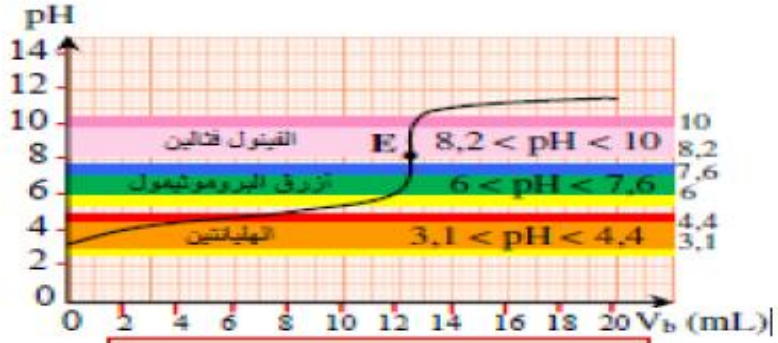


أمثلة :

لون الأساس	مجال التغير اللوني	لون الحمض	إسم الكاشف
أصفر	3,1 - 4,4	أحمر (احمر وردي)	هيليانتين
أصفر	4,2 - 6,2	أحمر	أحمر الميثيل
أزرق	6,0 - 7,6	أصفر	أزرق البروموتيمول
بنفسجي وردي	8,2 - 10,0	عديم اللون	فينولفتالين

جدول يوضح مجالات التغير اللوني لبعض الكواشف الملونة -الشكل- 3-





وثيقة : 18
تعيين E في المعايرة اللونية

رسم تخطيطي يوضح البتوكول التجريبي للمعايرة مترية الpH الشكل-4-

2

1 - p H محلول مائى

أ - تعريف p H محلول مائى

ان الطعم الحا مضى لمحلول مائى يعود اساسا الى تركيز شوارد الهيدرنيوم او الاكسونيوم $[H_3O^+]$

لذالك فالخواص الحمضية او الاساسية لاى محلول ماثى تتعلق بـ $[H_3O^+]$ فيه وبالتالى قام العالم الدنماركى S.SORENSEN سنة 1909 بتعريف p H محلول مائى

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \quad \text{اى ان} \quad pH = - Log [H_3O^+]$$

وهذه العلاقة صالحة من اجل المحاليل الممدة او المخففة $[H_3O^+] \leq 10^{-1} \ mol.L^{-1}$

ملاحظة : عند درجة الحرارة $T = 25^0 C$ فان ما يسمى بحاصل الجداء الشاردى للماء النقى K_e هو

$$K_e = 10^{-14} = [OH^-] \times [H_3O^+]$$

ب - طرق قياسه

- با ستخدام جهاز الـ pH متر وهى ادق طريقة
- با ستخدام ورق الـ p H وهى تقريبية
- با ستخدام الادلة او الكواشف اللونة نحدد المجال فقط والجدول التالى يحدد بعض الادلة

Pk_{ai}	لون الاساس	محال التغير اللونى	لون الحمض	الكاشف
3.7	اصفر برتقالى	4.4 - 3.1	احمر	الهيليا نتين
4.7	ازرق	5.4 - 3.8	اصفر	اخضر برومو كريزول
7.0	ازرق	7.6 - 6.0	اصفر	ازرق برومو تيمول
9.4	وردى	10.0 - 8.0	شفاف	فينول فتالين

2 - تاثير الحمض والاساس على الماء

أ - حمض قوى وحمض ضعيف

ب - الاساس القوى والضعيف

3 - تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

أ - المقارنة بين التقدم النهائى X_f والتقدم الاعظمى X_{max}

نشاط1 X_{max} نحصل عليه عندما يختفى المتفاعل المحد تماما

نحصل عليه عندما تتوقف الجملة الكيميائية عن التطورx_f

ـ اعط تعريف نسبة التقدم اللحظى T عند اى لحظة زمنية وهى $\tau = \frac{x}{x_{max}}$

ب ـ النسبة النهائية للتقدم : T_f

اعط تعريف النسبة النهائية للتقدم انطلاقا من النشا طين وماذ تستنتج $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$

بانسبة للنشاط الاول $T_f = 1$ اى ان $T_f \% = 100 \%$

بالنسبة للنشاط الثانى $T_f = 0.0126$ اى ان $T_f \% = 1.26 \%$

اذن يكون التحول تام اذاكان $T_f = 1$ اى ان $T_f \% = 100 \%$

بكون التحول غير تام $T_f < 1$ اى ان $T_f \% < 100 \%$

جـ مفهوم حالة التوازن

1 ـ اتجاه تطور جملة كيميائية

الاستنتاج

عدة تفاعلات كيميائية يمكن ان تحدث حسب الشروط المفروضة فى الاتجاه المباشر او العكسى والرمز=

لايعين اتجاه التطوراذا تواجدت كل الانواع الكيميائية ان معادلة التفاعل تعبر عن انحفاظ الكتلة والشحنة

2 ـ حالة توازن جملة كيميائية

الاستنتاج

فى تحول كيميائى لجملةاذا كانت المتفاعلات والنواتج متواجدة فى الحالة النهائية بكميات ثابته بمرور

الزمن فان الجملة فى حالة توازن كيميائى

د ـ معدلة التفاعل الكيميائى المنمذج لتحول غير تام

و C هى النواتج لجملة كيميائية فى حالة تحول غير تامD و B هى المتفاعلات وكانت Aاذا كانت

فان معادلة التفاعل المنمذج لتحول هذه الجملة

$$aA + bB = cC + dD \rightarrow (1)$$

هـ ـ كسر التفاعل Q_r

من اجل التحول الكيميائى المنمذج بالتفاعل التالى يعرف كسر التفاعل كمايلى $Q_r = \frac{[C]^c}{[A]^a}\frac{[D]^d}{[B]^b}$

ان كسر التفاعل مقدار يميز الجملة الكيميائية وهى فى حالة ما .قيمته تدلنا على مدى تقدم التفاعل وعبارته تتعلق بطبيعة الجملة فى البسط تراكيز المواد الناتجة وفى المقام التراكيز المتبقية من المواد المتفاعلة

يعبر $Q_{r\,i}$ عن كسر التفاعل الابتدائى بينما $Q_{r\,f}$ يعبر عن كسر التفاعل النهائى

اذن Q_r يتغير مع تطور الجملة من اللحظة t=0 الى غاية اللحظة t_f

اصطلاحات

1 ـ كسر التفاعل دون وحدة

2 ـ عندما يكون المذيب هو الماء بالزيادة فان تركيزه

3 ـ فى حالة احد الانواع الكيميائية صلب تركيزه

ـ فى حالة احد الانواع الكيميائية غاز فهو معقد وغير مقرر

علاقة كسر التفاعل بتقدم التفاعل

$$Q_r = \frac{\left[CH_3-COO^-\right]\left[H_3O^+\right]}{\left[CH_3-COOH\right]} \qquad Q_r = \frac{x^2}{V\left(n_0 - x\right)}$$

اذن خلال التحول الكيميائى التقدم يتغير من X =0 الى X_f

كسر التفاعل يتغير من $Q_{r\,i}$ الى $Q_{r\,f}$

و ـ ثابت التوازن K

الاستنتاج

لجملة كيميائية عند حالة التوازن لايتعلق بالتركيب الابتدائى للجملة بل هو مقدار ثابت وهو مايسمى بثابت Q_{rf} إن Kالتوازن الكيميائى للجملة

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

ملاحظات

ـ ثابت التوازن قيمته تتعلق بدرجة الحرارة

ـ ثابت التوازن يوافق معادلة التفاعل فى اتجاه معين فهو يميز التفاعل الحادث حيث المعاملات الستوكيومتريةاصغرية

ـ ثابت التوازن عدد دون وحدة

ـ ثابت التوازن هو كسر التفاعل فى الحالة النهائية والتى تمثل حالة التوازن

ى ـ تاثير الحالة الابتدائية للجملة على حالة التوازن

ملاحظة من اجل $K > 10^4$ فان $T_f \% > 99 \%$ التحول شبه تام انظر الوثيقة 47 الصفحة 195 التى تمثل تغير النسبة النهائية للتقدم بدلالة ثابت التوازن

ك ـ حالة التوازن الديناميكى لجملة كيميائية

فان الجملة تتطور نحو حالة التوازن $Q_r \neq K$ فان الجملة فى حالة توازن اما اذا كان $Q_r = K$ اذاكان

K يؤول الى Q_r وهذ يعنى ان

ان التوازن يبقى حركيا على المستوى المجهرى اى ان سرعة اختفاء متفاعل فى جهة تساوى الى سرعة ظهوره فى الجهة المعاكسة فى حين الجملة على المستوى العيانى لاتتطور

اذن التوازن الكيميائى هو حدوث تفاعلين كيميائيين متزامنين ومتعاكسين وبسرعتين متساويتين

4 ـ التحولات (حمض ـ اساس)

أ ـ التشرد الذاتى للماء

يتشرد الماء ذاتيا كما يلى $H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

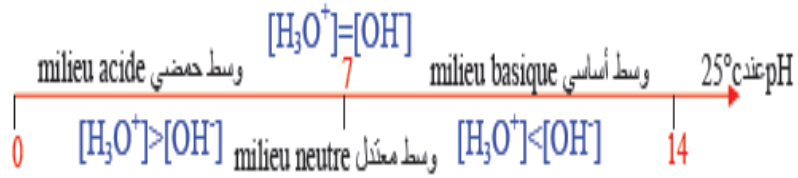
$[OH^-_{(aq)}] = [H_3O^+_{(aq)}] = 10^{-7}$ mol . L^{-1}

عند درجة الحرارة $T = 25^0$ C $K_e = 10^{-14} = [OH^-] \times [H_3O^+]$

وهو مايسمى بحاصل الجداء الشاردى للماء وقيمته تتعلق بدرجة الحرارة انظر الوثيقة 51 ص 197

اذن $K_e = 10^{-14}$ $pK_e = -\log K_e = 14$

ب ـ سلم الـ p H



ان قيم الـ p H تتغير بين 0 و14 ومنه المحاليل تصنف الى ثلاثة اصناف كمايلى

1 - $[OH^-_{aq}] = [H_3O^+_{(aq)}]$

$\log K_e = \log [H_3O^+_{(aq)}]^2$

$\log [H_3O^+_{(aq)}] = -\frac{1}{2}\log K_e = 7$

الماء مقطر او محلول معتدل $pH = 7$

2 - $[H_3O^+_{(aq)}] > [OH^-_{aq}]$

$[H_3O^+_{(aq)}]^2 > K_e$

$-\log [H_3O^+_{(aq)}] < -\frac{1}{2}\log K_e$

المحلول حامضى $pH < 7$

3 - $[H_3O^+_{(aq)}] < [O H^-_{aq}]$

المحلول اساسى p H > 7

جـ ـ ثوابت الحموضة Ka و الـ p Ka للثنائية (اساس/ حمض)

أ ـ الثنائية للثنائية (اساس/ حمض)

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

الحمض كل فرد كيميائى يفقد البروتون H^+ او اكثراثناء تحول كيميائى حسب برونشتد

الاساس هو كل فرد كيميائى يثبت البروتون H^+ او اكثراثناء تحول كيميائى حسب برونشتد

اذن AH هو حمض و A^- هو اساسه المرافق ونعبر عن ذ الك بثنائية (اساس/ حمض)

وتكتب (AH / A^-)

للماء (H_3O^+/ H_2O) $B + H_2O_{(l)} = BH^+_{(aq)} + O H^-_{(aq)}$

الثنائية (اساس/ حمض) هى (BH^+ / B)

اما بالنسبة للماء $(H_2O / O H^-)$

ماذ يمكن استنتاجه بالنسبة للماء

الماء يسلك سلوك الحمض فى وسط اساسى ويسلك سلوك الاساس
فى وسط حمضى اى انه مذبذب

ب ـ ثابت الحموضة

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

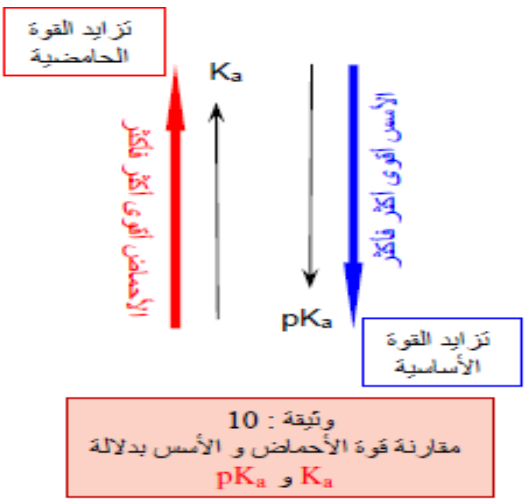
من المعادلة 1 ثابت التوازت هو
ثابت الحموضة

الثابت p Ka ه وتعريفا $pKa = - Log Ka$

مقارنة قوة الاحماض الضعيفة والاسس الضعيفة

كبير كان الحمض الضعيف قوى كثير التشرد فى الماء وكان اساسه المرافق ضعيفKaكل ماكان

كبير كان الاساس الضعيف المرافق للحمض قوى p Kaكل ماكان الـ
اى كثير التشرد فى الما وكان الحمض ضعيف



وثيقة : 10
مقارنة قوة الأحماض و الأسس بدلالة
pK_a و K_a

انظر بعض القيم لثوابت الحموضةوثيقة 54 ص 198

علاقة الـ p H بالـ p Ka

لدينا : $K_a = \frac{[A^-]_f}{[HA]_f}\frac{[H_3O^+]_f}{}$

ومنه $pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$

مجال تغلب الصفة الحمضية والاساسية

د ـ الكاشف الملون اوالدليل

تعريف : هو ثنائية (اساس/ حمض) بحيث يكون للحمض واساسه المرافق لونين مختلفين ونرمز للثنائية

(HIn / In^-)

هـ ـ المعايرة الـ p H مترية

1 ـ الهدف من المعايرة : هو ايجاد تركيز مجهول لمحلول بواسطة تركيز معلوم لمحلول اخر

2 ـ الاجهز والادوات الازمة الماء المقطر . بيشر . مخلاط مغناطيسى . ماصة . سحاحة . جهاز الـ p H متر . محاليل لضبط جهاز الـ p H متر . محلولين احدهما اساسى والاخر حمضى . قاعدة مع حامل للتثبيت

3 ـ خطوات العمل

أ ـ نقوم بضبط جهاز الـ p H متر بواسطة المحاليل الخاصة

ب ـ نقوم بغسل السحاحة وبيشر بالماء المقطر

جـ ـ نثبت السحاحة فى الحامل ونضع المخلاط على القاعدة

د ـ بواسطة الماصة ناخذ حجم معين من احد المحاليل وتضعها فى بيشر والذى يوضع على المخلاط

هـ ـ نضع المحلول الاخر فى السحاحة ونضبط بداية القياس

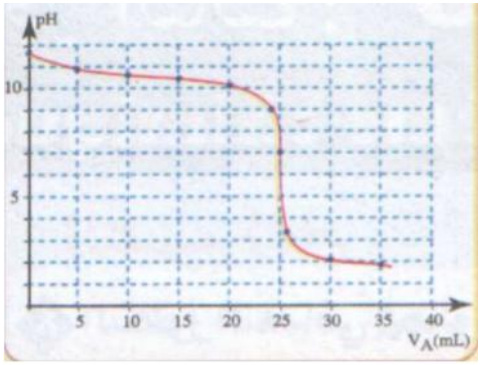
و ـ نضع مسبار الجهاز فى بيشر

ى ـ نبدا فى التسحيح قطرة تلو الاخرى ولكل حجم مسحح نقيس الـ p H وندون النتائج كما فى الجدول

الحجم المضاف V				
قيم الـ p H				

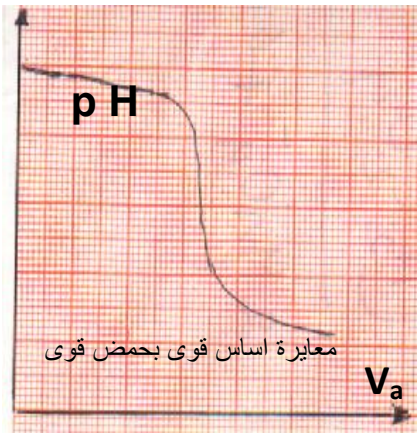
ل - ترسم البيان الذى يمثل تغيرات الـ p H بدلالة الحجم المضاف V PH=f(V)

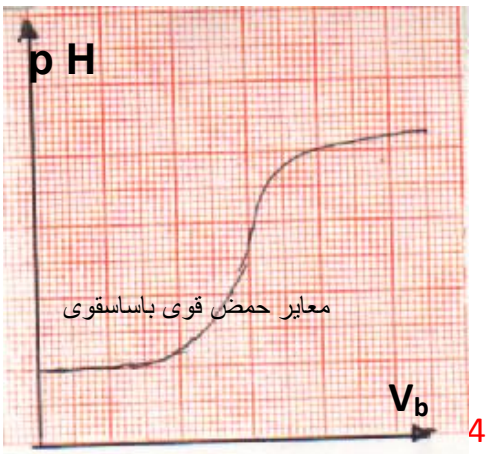
فنحصل على احد البيانات التالية



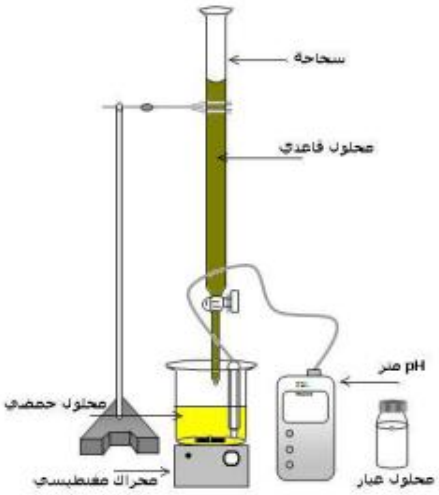
معايرة اساس ضعيف بحمض قوى

NH_3 وHCl





4



البرتوكول التجريبى للمعايرة كمايلى

أ - ان معادلة التفاعل المنمذج للتحول بين المحلول الحمضى والمحلول الاساسى شيء

- حمض قوى مع اساس قوى $H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2\ H_2O_{(l)}$

- حمض ضعيف مع اساس قوى $AH_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

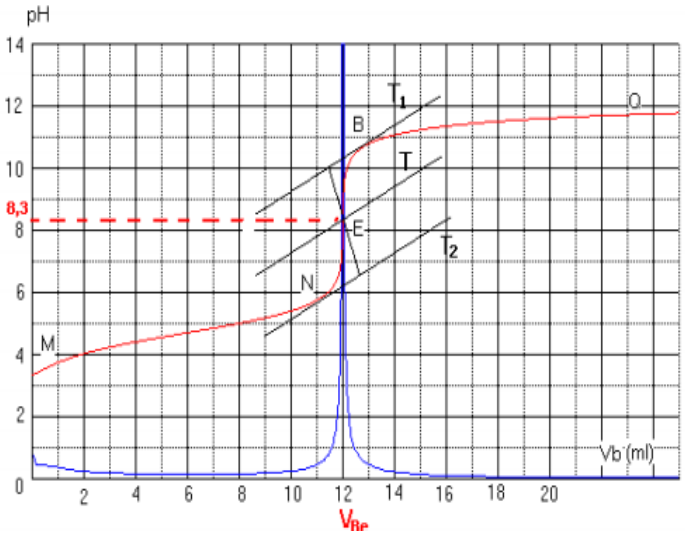
حمض قوى مع اساس ضعيف $B_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow BH^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

ب - عند التكافؤ يكون المحلولين فى الحالة الستوكيومترية اى ان

$C_A V_A = C_B V_B$ ومنه $n_A = n_B$

وعند التكافؤ يكون احد التركيزين مجهول

جـ - حجم التكافؤ الذى نعاير به يستنتج من بيان المعايرة كما يلى



معايرة حمض ضعيف باساس قوى

CH_3-COOH+NaOH

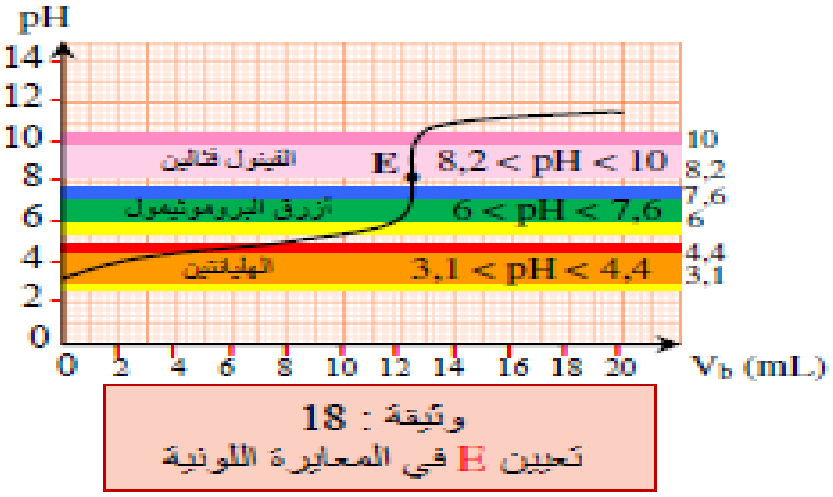
ملاحظة

يمكن تحديد حجم التكافؤ باحد الطرق التالية

1 ـ المعايرة اللونية

نستخدم كاشف ملون حيث يكون الكشف مناسب عندما يشمل مجال تغيره اللونى نقطة التكافؤ p H

ونعرف انه حدث تكافؤ لما يتغير لون الدليل



وثيقة : 18
تعيين E في المعايرة اللونية

2 ـ المعاير بالناقلية

نستخدم جهاز الناقلية ثم نرسم البيان الذى يمثل تغيرات

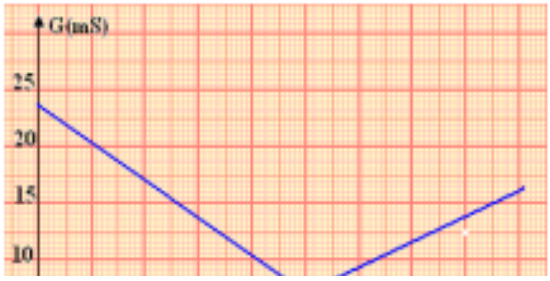
بدلالة G او الناقلية الناقلية النوعية σ

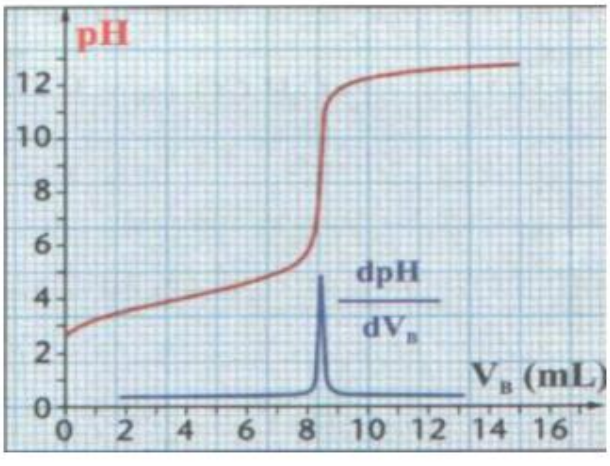
V الحجم المضا ف

3- استخدام البيان تغيرات الحجم بدلالة الـ p H

نستخدم بيان المعايرة الـ p H مترية ثم نرسم البيان(تعين حجم التكافؤ عن طريق الاعلام الالي وذلك برسم الدالة (g(V)

$$g(V) = \frac{d\,pH}{d\,V_b}$$





معايرة حمض ضعيف باساس قوى