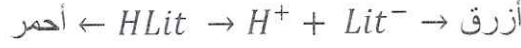


## الجلسة العملية الرابع

### آلية عمل المشعرات:

مشعر عباد الشمس نرّمزه اختصاراً  $HLit$  يتشرد في الماء إلى:



إن لون جزيئة عباد الشمس غير المتشردة أحمر بينما الشاردة ( $Lit^-$ ) فلونها أزرق في المحلول.

فعند إضافة مشعر عباد الشمس إلى محلول قلوي (أساسي) فالنتفاعل السابق سينزاح نحو اليمين بسبب اتحاد شوارد ال  $OH^-$  مع ال  $H^+$  وتشكل ال  $H_2O$  وبالتالي يتلون بالأزرق.

أما عند إضافة المشعر إلى محلول حمضي فالنتفاعل سينزاح نحو اليسار بحيث تتحد شوارد ال  $Lit^-$  مع ال  $H^+$  وبالتالي يتلون المحلول بالأحمر.

## المعايير الحجمية

المعايير الحجمية: هي قسم من أقسام الكيمياء التحليلية. والكيمياء التحليلية تقسم إلى تحليل كمي (يهدف إلى معرفة كمية المادة الداخلة في التفاعل حجماً كانت أو وزناً) وتحليل كيميائي (يهدف إلى معرفة العناصر أو المركبات الداخلة في التفاعل) وستقتصر دراستنا على التحليل الحجمي.

التحليل الحجمي: هو طريقة تحليل كمية تعتمد على قياس حجم محلول ذو تركيز معروف يتفاعل مع المادة المراد تحليلها. وهذه الطريقة أقل دقة من التحليل الوزني ولكنها أسرع وأسهل. ولمعرفة كمية مادة ما نقوم بعملية المعايرة.

- المعايرة: هي عملية تتم فيها إضافة محلول معلوم التركيز إلى آخر مجهول التركيز بحيث يتم التفاعل بين المادتين المنحلّتين في المحلولين بحيث الحجم اللازم للتفاعل من المادة المعلومة التركيز يكون معلوم. بحيث تدعى المادة المجهولة التركيز بالمادة المُعايرة والمادة معلومة التركيز بالمادة المُعاير بها (العيارية)

الهدف من هذه العملية هو إيجاد تركيز المادة المجهولة التركيز عن طريق نقطة نهاية المعايرة. وهناك عدة طرق للمعايرة: طريقة مباشرة – طريقة غير مباشرة – طريقة عكسية – طريقة مقلوبة. وهناك عدة أنواع للمعايرات: معايرات التعديل – معايرات الأكسدة والارجاع – معايرات انترسيب – معايرات تشكيل المعقدات.

### ● شروط المعايرة:

- 1- أن يكون التفاعل تام، سريع، مميز.
- 2- أن يوصف التفاعل بمعادلة كيميائية موزونة.
- 3- ألا ينتج مركب ثانوي يؤثر على عملية حساب المادة العيارية.
- 4- أن تكون المواد المستخدمة نقية ولا تحوي الشوائب.

سندرس معايرات التعديل: معايرات حمضية – أساسية

يجب بداية التمييز بين نقطة التكافؤ ونقطة نهاية المعايرة

- ✓ نقطة التكافؤ: هي نقطة نظرية نعبر عن تساوي عدد المكافئات الغرامية للمادة الجارية مع عدد المكافئات الغرامية للمادة المراد معايرتها (يحدث فيها التفاعل بشكل كامل وتام).
- ✓ نقطة نهاية المعايرة (نقطة التعادل): هي نقطة تجريبية نستدل عليها من التغيرات الفيزيائية للمحلول (كتغير لون المشعر (الكاشف) – اختفاء لون المشعر – تشكل راسب – تآكل معقد – تغير لون المحلول).

ملاحظة: نقطة التكافؤ لا يمكن إدراكها بالعين المجردة لذا نلجأ للمشعرات وكل ما كان اختيارنا للمشعر قريب من مجال نقطه التكافؤ كلما كانت المعايرة أدق.

نستطيع تمثيل عملية المعايرة على رسم بياني يوضح العلاقة بين تغير PH الوسط بحجم المادة المعاير بها (أي التي نقوم بإضافتها) حيث نسمي هذا الرسم ب منحني المعايرة.

المعايرت الحمضية – الأساسية:

تعني تحديد تركيز الحمض أو الأساس مجهول التركيز من خلال إجراء تفاعل ما بين الحمض والأساس أي إجراء تفاعل بين ( $H^+$  و  $OH^-$ ) في محلول مائي وبالتالي يتم تحديد نقطة نهاية المعايرة باستخدام مشعر متوافق مع طبيعة التفاعل الجاري.

ويجب علينا الانتباه إلى نوع هذه الحموض والأسس من حيث الوظائف فمثلاً:

نقسم الحموض أحادية الوظيفة: ( $HCl, HNO_3, CH_3COOH$ ) وأساس أحادي الوظيفة ( $NH_4OH, KOH, NaOH$ )

وحموض متعددة الوظيفة ( $H_2SO_4, H_3PO_4, H_2CO_3$ ):

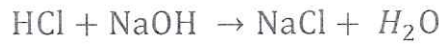
وأسس متعددة الوظيفة ( $Ca(OH)_2, Al(OH)_3, Na_2CO_3$ )

دراسة بعض المعايرت:

أولاً : معايرة حمض قوي بأساس قوي :

الحمض القوي الذي سنقوم بمعايرته هو حمض كلور الماء باستخدام الأساس القوي ماء اات الصوديوم

✓ نظرياً: تتم معايرة محلول لحمض كلور الماء  $HCl$  باستخدام محلول عياري من  $NaOH$  ويحصل خلال المعايرة التفاعل:



نقطة التكافؤ تكون عند ال  $pH = 7$  وبالتالي المشعر المناسب هو عباد الشمس حيث يكون الملح الناتج عن التفاعل حيادي لأنه ناتج عن تفاعل حمض قوي وأساس قوي.

✓ عملياً: نملأ السحاحة ب  $NaOH$  المعلوم التركيز ( $0.5N$ ) و نضع في أرلينة  $5ml$  من  $HCl$  مجهول التركيز و نضع ورقة عباد الشمس فتأخذ اللون الأحمر و نبدأ بعملية المعايرة حتى

انقلاب لون الورقة إلى الأزرق (الأزرق البنفسجي) فيكون الحجم المستهلك 5ml فنحسب التركيز للحمض بحسب قانون مور :

$$(C_N \cdot V)_{HCl} = (C'_N \cdot V')_{NaOH}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 5) \Rightarrow C_N = 0.5N$$

و لو طلب حساب المولارية و التركيز الوزني و المكافئ الغرامي للحمض:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{0.5}{1} = 0.5M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 0.5 \times \frac{36.5}{1} = 18.25 \text{ g/l}$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{36.5}{1} = 36.5gr$$

ثانياً : معايرة حمض ضعيف بأساس قوي :

الحمض الضعيف الذي سنقوم بمعايرته هو حمض الخل باستخدام الأساس القوي ماءات الاسوديوم

✓ نظرياً: تتم معايرة محلول لحمض الخل  $CH_3COOH$  باستخدام محلول عياري من NaOH ويحصل خلال المعايرة التفاعل:



نقطة التكافؤ تكون عند ال  $pH > 7$  وبالتالي المشعر المناسب هو الفينول فتالئين حيث يكون الملح الناتج عن التفاعل يتمتع بصفة أساسية لأنه ناتج عن تفاعل حمض ضعيف و أساس قوي.

✓ عملياً: نملأ السحاحة ب NaOH المعلوم التركيز (0.5N) و نضع في أرلينة 5ml من  $CH_3COOH$  مجهول التركيز و نضع نقطتين من مشعر الفينول فتالئين فيبقى المحلول عديم اللون و نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون المحلول إلى الوردي فيكون الحجم المستهلك 10 ml فنحسب التركيز للحمض بحسب قانون مور :

$$(C_N \cdot V)_{HCl} = (C'_N \cdot V')_{NaOH}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 10) \Rightarrow C_N = 1N$$

ولو طلب حساب المولارية و التركيز الوزني و المكافئ الغرامي للحمض:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{1} = 1M$$

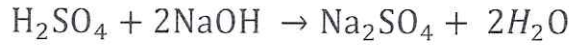
$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{60}{1} = 60 \text{ g/l}$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{60}{1} = 60gr$$

ثالثاً: معايرة حمض قوي ثنائي الوظيفة بأساس قوي :

الحمض ثنائي الوظيفة الذي سنقوم بمعايرته هو حمض الكبريت باستخدام الأساس القوي «ماءات الصوديوم

✓ نظرياً: تتم معايرة محلول لحمض الكبريت  $H_2SO_4$  باستخدام محلول عياري من NaOH ويحصل خلال المعايرة التفاعل:



حيث يسلك هذا الحمض سلوك الحمض القوي أحادي الوظيفة ويُعطل ذلك بأن الفرق بين قوتي تشتد الهيدروجين الأول والهيدروجين الثاني ليس كافياً لمعايرة كل منهما على حدة. أي لا يمكن معايرة حمض الكبريت على مرحلتين بل يعاير دائماً على مرحلة واحدة. يتعدل فيها الهيدروجينين في أن واحد. نقطة التكافؤ تكون عند  $PH > 7$  و بالتالي المشعر المناسب هو إما عباد الشمس أو الفينول فتالين و نحن استخدمنا مشعر عباد الشمس .

✓ عملياً: نملأ السحاحة بـ NaOH المعلوم التركيز (0.5 N) و نضع في أرنينة 5ml من  $H_2SO_4$  مجهول التركيز و نضع ورقة عباد الشمس فيتغير لونها للأحمر و نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون الورقة إلى الأزرق فيكون الحجم المستهلك 10ml فنحسب التركيز للحمض بحسب قانون مور :

$$(C_N \cdot V)_{H_2SO_4} = (C'_N \cdot V')_{NaOH}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 10) \Rightarrow C_N = 1N$$

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي للحمض:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{98}{2} = 49 g/l$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{98}{2} = 49gr$$

ولو أعطي تركيز ماءات البوتاسيوم بالمولارية وطلب تركيز الحمض بالمولارية نطبق قانون مور:

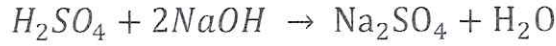
$$2(C_M \cdot V)_{H_2SO_4} = (C'_M \cdot V')_{NaOH}$$

رابعاً: معايرة مزيج حمضي بأساس قوي:

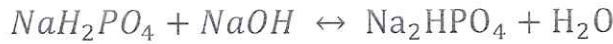
المزيج الذي سنقوم بمعايرته هو مزيج من حمض الكبريت وحمض الفوسفور باستخدام الأساس القوي ماءات الصوديوم

✓ نظرياً: تتم معايرة محلول لمزيج من حمض الكبريت  $H_2SO_4$  وحمض الفوسفور  $H_3O_4$  باستخدام محلول عياري من NaOH وتتم المعايرة على مرحلتين.. بحيث في المرحلة الأولى يتم تعديل (معايرة) كامل حمض الكبريت وأول وظيفة من حمض الفوسفور وتكون

نقطة التعادل عند  $PH=4.6$  وتعين هذه النقطة باستخدام مشعر برتقالي الميتيل الذي يتغير لونه من اللون الأحمر إلى اللون الأصفر.



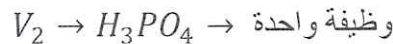
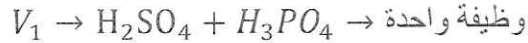
وفي المرحلة الثانية يتم تعديل (معايرة) الوظيفة الثانية من حمض الفوسفور وتكون نقطة التعادل عند  $PH=9.8$  وتعين هذه النقطة باستخدام مشعر الفينول فتالئين الذي يتغير لونه من عديم اللون وهنا كان لون المحلول أصفر إلى اللون الوردي.



أما بالنسبة للوظيفة الثالثة من حمض الفوسفور فلا يمكن معايرتها مباشرة في المحلول المائي حيث تكون نقطة التعادل هنا عند  $PH=12$

✓ عملياً: نملأ السحاحة بـ  $NaOH$  المعلوم التركيز ( $0.5N$ ) ونضع في أرنينة  $20\text{ ml}$  من المزيج الحمضي المجهول التركيز ونضع نقطتين من برتقالي الميتيل فينغير لون المحلول للأحمر، نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون المحلول إلى الأصفر فيكون الحجم المستهلك بأول مرحلة  $V_1$  هذا الحجم هو لمعايرة كامل حمض الكبريت و الوظيفة الأولى من حمض الفوسفور

نتابع لمعايرة الوظيفة الثانية من حمض الفوسفور و هنا نستخدم مشعر الفينول فتالئين لتعيين نقطة نهاية المعايرة الذي يكون لونه في الوسط الحمضي السابق أصفر و نكمل عملية المعايرة حتى انقلاب اللون للوردي فيكون الحجم المستهلك لثاني مرحلة هو  $V_2$  و هذا الحجم هو لمعايرة الوظيفة الثانية من حمض الفوسفور .



إذا لمعايرة حمض الكبريت نستطيع القول بأن الحجم المستهلك هو  $(V_1 - V_2)$

بينما لمعايرة الوظيفتين من حمض الفوسفور فإن الحجم المستهلك هو  $2V_2$  هنا قمنا عملياً بمعايرة وظيفتين فقط لذا ضربنا الحجم بـ 2 , بينما لو لو يُحدد في نص السؤال الوظائف المُعايرة :ضرب الحجم بـ 3.

حساب تركيز حمض الكبريت في المزيج:

$$(C_N \cdot V)_{H_2SO_4} = (C'_N \cdot V')_{NaOH}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times V_1 - V_2)$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 20 - 10) \Rightarrow C_N = 1N$$

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي لحمض الكبريت:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{98}{2} = 49 \text{ g/l}$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{98}{2} = 49gr$$

ولو أعطي تركيز ماءات الصوديوم بالمولارية وطلب تركيز حمض الكبريت بالمولارية :طبق قانون مور:

$$2(C_M \cdot V)_{H_2SO_4} = (C'_M \cdot V')_{NaOH}$$

حساب تركيز حمض الفوسفور في المزيج:

$$(C_N \cdot V)_{H_3PO_4} = (C'_N \cdot V')_{NaOH}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 2V_2)$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 2 \times 5) \Rightarrow C_N = 1N$$

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي لحمض الفوسفور:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{98}{2} = 49 \text{ g/l}$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{98}{2} = 49gr$$

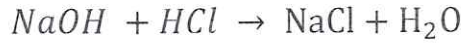
ولو أعطي تركيز ماءات الصوديوم بالمولارية وطلب تركيز حمض الفوسفور بالمولارية :طبق قانون مور:

$$2(C_M \cdot V)_{H_3PO_4} = (C'_M \cdot V')_{NaOH}$$

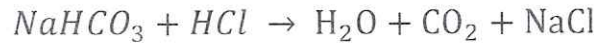
خامساً: معايرة مزيج أساسي بحمض قوي :

المزيج الذي سنقوم بمعايرته هو مزيج من ماءات الصوديوم وكربونات الصوديوم باستخدام الحمض القوي حمض كلور الماء.

✓ نظرياً: تتم معايرة محلول لمزيج من ماءات الصوديوم  $NaOH$  وكربونات الصوديوم  $Na_2CO_3$  باستخدام محلول عياري من  $HCl$  و تتم المعايرة على مرحلتين بحيث في المرحلة الأولى يتم تعديل (معايرة) كامل ماءات الصوديوم و أول وظيفة من كربونات الصوديوم و تكون نقطة التعادل عند  $PH=8$  و تعين هذه النقطة باستخدام مشعر الفينول فتالين الذي يتغير لونه من اللون الوردي إلى عديم اللون .

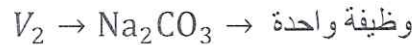
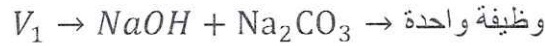


و في المرحلة الثانية يتم تعديل (معايرة) الوظيفة الثانية من كربونات الصوديوم و تكون نقطة التعادل عند  $PH=3.6$  و تعين هذه النقطة باستخدام مشعر برتقالي الميتيل الذي يتغير لونه من الأصفر إلى اللون الأحمر.



✓ عملياً : نملأ السحاحة ب HCl المعلوم التركيز (0.5N) و نضع في أرنينة 5ml من المزيج الأساسي المجهول التركيز و نضع نقطتين من الفينول فتالئين فيتغير لون المحلول للوردي و نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون المحلول إلى عديم اللون فيكون الحجم المستهلك بأول مرحلة  $V_1 =$  هذا الحجم هو لمعايرة كامل ماءات الصوديوم و الوظيفة الأولى من كربونات الصوديوم.

نتابع لمعايرة الوظيفة الثانية من كربونات الصوديوم و هنا نستخدم مشعر برتقالي الميتيل لتعيين نقطة نهاية المعايرة الذي يكون لونه في الوسط الأساسي السابق أصفر و نكمل عملية المعايرة حتى انقلاب اللون للأحمر فيكون الحجم المستهلك لثاني مرحلة هو  $V_2 =$  و هذا الحجم هو لمعايرة الوظيفة الثانية من كربونات الصوديوم .



إذا لمعايرة ماءات الصوديوم نستطيع القول بأن الحجم المستهلك هو  $(V_1 - V_2)$

بينما لمعايرة الوظيفتين من كربونات الصوديوم فإن الحجم المستهلك هو  $2V_2$

حساب تركيز ماءات الصوديوم في المزيج:

$$(C_N \cdot V)_{NaOH} = (C'_N \cdot V')_{HCl}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times V_1 - V_2)$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 20 - 10) \Rightarrow C_N = 1N$$

و لو طلب حساب المولارية و التركيز الوزني و المكافئ الغرامي لماءات الصوديوم:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{1} = 1M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{40}{1} = 40 g/l$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{40}{1} = 40gr$$

ولو أعطي تركيز الحمض بالمولارية وطلب تركيز ماءات الصوديوم بالمولارية نطبق قانون مور:

$$(C_M \cdot V)_{H_2SO_4} = (C'_M \cdot V')_{NaOH}$$

حساب تركيز كربونات الصوديوم في المزيج:

$$(C_N \cdot V)_{Na_2CO_3} = (C'_N \cdot V')_{HCl}$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 2V_2)$$

$$(C_N \times 5) = (0.5 \times 2 \times 5) \Rightarrow C_N = 1N$$

و لو طلب حساب المولارية و التركيز الوزني و المكافئ الغرامي لكربونات الصوديوم:

$$C_N = n' \cdot C_M \Rightarrow C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

$$C_{g/l} = C_N \cdot E_q = 1 \times \frac{106}{2} = 53 g/l$$

$$E_q = \frac{M}{n'} = \frac{106}{2} = 53gr$$

ولو أعطي تركيز الحمض بالمولارية وطلب تركيز كربونات الصوديوم بالمولارية نطبق قانون مور:

$$2(C_M \cdot V)_{Na_2CO_3} = (C'_M \cdot V')_{HCl}$$

\*\*\*\*\*

## مسائل في المعايير

❖ مثال 1:

عند معايرة 10ml من حمض الخل بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 10mol/lit لزم 7.8ml من محلوله والمطلوب :

1- اكتب معادلة التفاعل

2- ما المشعر المستخدم وعلل سبب استخدامه

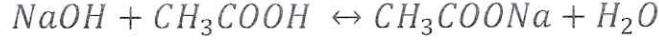
3- احسب تركيز حمض الخل ب N و g/L

4- احسب كتلة حمض الخل اللازمة لتحضير 0.5 lit من المحلول السابق

علماً أن: Na=23 , H=1 , C=12 , O=16

الحل:

معادلة التفاعل :



- 2- المشعر المستخدم : الفينول فتالين (من عديم اللون إلى الوردي)  
سبب استخدامه : لأن الملح الناتج يتمتع بصفة أساسية ناتج من أساس قوي و حمض ضعيف .  
1- حساب التركيز بالنظامية و التركيز الوزني :

$$(C_M \cdot V)_{CH_3COOH} = (C_M \cdot V)_{NaOH}$$

$$C_M \times 10 = 0.1 \times 7.8 \Rightarrow C_M = 0.078M$$

$$C_N = n \cdot C_M \Rightarrow C_N = 1 \times 0.078 = 0.078 N$$

$$C_{g/l} = C_N \times E_q = 0.078 \times \frac{60}{1} = 4.68 g/l$$

2- حساب كتلة حمض الخل :

$$\Rightarrow m = C_{g/l} \times V_l C_{g/l} = \frac{m}{V_l}$$

$$= 4.68 \times 0.5 = 2.34 gr$$

❖ مثال 2 :

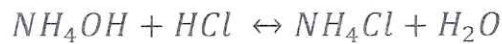
عند معايرة 15ml من ماءات الأمونيوم بمحلول حمض كلور الماء ذي التركيز 0.2M لزم 7.5ml من محلوله والمطلوب :

- 1- اكتب معادلة التفاعل  
2- ما المشعر المستخدم وعلل سبب استخدامه  
3- احسب التركيز الأساسي  $C_N$  و  $C_{g/l}$   
4- احسب كتلة ماءات الأمونيوم اللازمة لتحضير 1.5lit من المحلول السابق

علماً أن : O=16 , Cl=35.5 , H=1 , N=14

الحل:

1- معادلة التفاعل :



- 2- المشعر المستخدم : برتقالي الميتيل (من الأصفر إلى أحمر برتقالي )  
سبب استخدامه : لأن الملح الناتج يتمتع بصفة حمضية ناتج من حمض قوي و أساس ضعيف .  
3 - حساب التركيز بالنظامية و التركيز الوزني :

$$(C_M \cdot V)_{HCl} = (C_M \cdot V)_{NH_4OH}$$

$$0.2 \times 7.5 = C_M \times 15$$

$$\Rightarrow C_M = 0.1M$$

$$C_N = n \cdot C_M$$

$$C_N = 1 \times 0.1 = 0.1N$$

$$C_{g/l} = C_N \times E_q \Rightarrow 0.1 \times \frac{35}{1} = 3.5g/l$$

4 - حساب كتلة ماءات الأمونيوم :

$$C_{g/l} = \frac{m}{V_l} \Rightarrow m = C_{g/l} \times V_l$$

$$r = 3.5 \times 1.5 = 5.25g$$

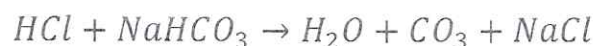
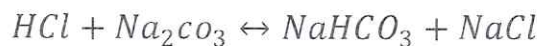
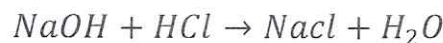
❖ مثال 3 :

أخذنا 5ml من محلول أساسي مكون من ( $NaOH + Na_2CO_3$ ) لمعايرتها بمحلول لحمض كلور الماء ذو التركيز 0.05N فلزم منه 18ml للوصول لنقطة تغير مشعر الفينول فتالين ثم 8ml للوصول إلى نقطة تغير لون مشعر برتقالي الميتيل والمطلوب :

- 1- اكتب معادلات التفاعل الحاصلة
- 2- اكتب تغير ألوان المشعرات المستخدمة و ما نوع هذه المعايرة ؟
- 3- احسب نظامية و مولارية كل من  $NaOH$  و  $Na_2CO_3$
- 4- احسب المكافئات الغرامية لكل من الحمض و الأساس
- 5- ما عدد غرامات الأساس النقي الموجود في ليتر منه  
علماً أن :  $Na=23$  ,  $O=16$  ,  $C=12$  ,  $H=1$

الحل:

1- معادلات التفاعل :



2- مشعر المرحلة الأولى : الفينول فتالين (من وردي إلى عديم اللون)

مشعر المرحلة الثانية : برتقالي الميتيل ( من أصفر إلى أحمر وردي)

نوع المعايرة : معايرة تعديل (حمض - أساس)

3 - حساب نظامية ومولارية NaOH :

$$(C_N \times V_1 - V_2)_{HCl} = (C_N \times V)_{NaOH}$$

$$= 0.1 N \cdot 0.05 \times (18 - 8) = C_N \times 5 \Rightarrow C_N$$

حساب المولارية :

$$C_M = \frac{C_N}{n} = \frac{0.1}{1} = 0.1M$$

حساب نظامية ومولارية  $Na_2CO_3$  :

$$(C_N \times 2V_2)_{HCl} = (C_N \times V)_{Na_2CO_3}$$

$$0.05 \times 2 \times 8 = C_N \times 5$$

$$C_N = 0.16N$$

$$C_M = \frac{C_N}{n} = \frac{0.16}{2} = 0.08M$$

4- حساب المكافئات الغرامية :

$$rEq_{HCl} = \frac{36.5}{1} = 36.5g$$

$$rEq_{NaOH} = \frac{40}{1} = 40g$$

$$Eq_{Na_2CO_3} = \frac{106}{2} = 53gr$$

2- حساب عدد غرامات الأساس NaOH :

$$m = C_N \times E_q \times V_{lit} = 0.1 \times 40 \times 1 = 4g$$

حساب عدد غرامات الأساس  $Na_2CO_3$  :

$$m = C_N \times E_q \times V_{lit} = 0.16 \times 53 \times 1 = 8.48g$$

## ❖ مثال 4 :

أخذنا 5ml من محلول حمضي مكون من  $(H_2CO_3 + HCl)$  لمعايرتها بمحلول لماءات البوتاسيوم التي تركيزها 0.2N فلزم منها 12ml للوصول إلى نقطة تغير لون مشعر برتقالي الميتيل ثم 5.5ml للوصول إلى نقطة تغير لون مشعر الفينول فتالئين و المطلوب :

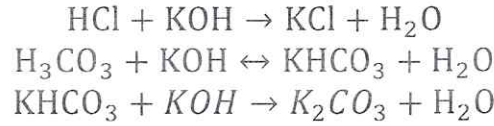
1. اكتب معادلات التفاعل الحاصلة
2. اكتب تغير لون المشعرات المستخدمة وما نوع هذه المعايرة؟
3. احسب نظامية ومولارية كل من  $HCl, H_2CO_3$
4. احسب المكافئات الغرامية لكل من الأساس و الحمضين

علماً أن :

$$CL=35.5 , H=1 , O=16 , K=39 , C=12$$

الحل :

1. معادلات التفاعل:



المشعر المناسب في المرحلة الأولى : برتقالي الميتيل (من الأحمر غالي الأصفر )

2. المشعر المناسب للمرحلة الثانية : فينول فتالئين (من عديم اللون "لون المحلول يعطي المشعر اللون الأصفر" إلى اللون الوردي)
3. حساب نظامية ومولارية  $HCl$  :

$$\begin{aligned} (C_N \times V_1 - V_2)_{KOH} &= (C_N \cdot V)_{HCl} \\ 0.2 \times (12 - 5.5) &= C_N \times 5 \\ C_N &= 0.26 N \end{aligned}$$

حساب المولارية :

$$C_M = \frac{C_N}{n} = \frac{0.26}{1} = 0.26 M$$

حساب نظامية ومولارية  $H_2CO_3$  :

$$\begin{aligned} (C_N \times 2V_2)_{KOH} &= (C_N \times V)_{H_2CO_3} \\ 0.2 \times 2 \times 5.5 &= C_N \times 5 \\ C_N &= 0.44 N \end{aligned}$$

حساب المولارية :

$$C_M = \frac{C_N}{n} = \frac{0.44}{2} = 0.22 M$$

4. حساب المكافئات الغرامية :

$$rEq_{HCl} = \frac{36.5}{1} = 36.5 g$$

$$rEq_{KOH} = \frac{56}{1} = 56 g$$

$$Eq_{H_2CO_3} = \frac{62}{2} = 31gr$$

❖ مثال 5 :

لديك 4.2gr من البوتاس الكاوي الغير نقي أذيب في الماء المقطر وأكمل حجم المحلول إلى 200ml إذا علمت انه لزم 20ml من هذا المحلول لتعديل 30ml من حلول حمض كلور الماء ذي التركيز 0.2mol/l و المطلوب :

1 اكتب معادلة التفاعل الحاصل

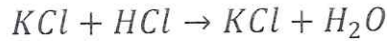
2 احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المستخدم في المعايرة  $C_N$  .  $C_{g/l}$

3 احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة علماً أن :

$$O=16 , H=1 , K=39$$

الحل:

1- معادلة التفاعل :



2- حساب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بالنظامية و التركيز الوزني .

$$(C_M \cdot V)_{HCl} = (C_M \cdot V)_{KCl}$$

$$0.2 \times 30 = C_M \times 20$$

$$C_M = 0.3M$$

$$C_N = n \cdot C_M = 1 \times 0.3 = 0.3N$$

$$C_{g/l} = C_M \cdot M = 0.3 \times 56 = 16.8g/l$$

أو

$$= C_N \cdot E_q = 0.3 \times \frac{56}{1} = 16.8g/l$$

3- حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي :

$$m = C_N \cdot E_q \cdot V_L$$

$$= 0.3 \times \frac{56}{1} \times 200 \times 10^{-3} = 3.3gr$$

أو

$$= C_N \cdot M \cdot V_L$$

$$= 0.3 \times 56 \times 200 \times 10^{-3} = 3.3g$$