الحلسة العملية الرابعة

آلية عمل المشعرات:

مشعر عباد الشمس نرمزه اختصارا HLitيتشرد في الماء إلى:

$$\text{أزرق} \rightarrow H^+ + Lit^- \rightarrow HLit \leftarrow \text{أحمر}$$

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

فعند إضافة مشعر عباد الشمس إلى محلول قلوي (أساسي) فالتفاعل 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 فالتفاعل سينزاح نحو اليسار بحيث تتحد شوارد ال Lit^- مع ال H^+ وبالتالي يتلون المحلول بالأحمر.

المعـايـرات الحجميـة

المعايرات 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 كيفي (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 المنحلتين 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.

وهنالك عدة أنواع للمعايرات: معايرات التعديل –معايرات الأكسدة والارجاع –معايرات الترسيب – 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 نكون 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 المعايرة مع عدد المكافئات الغرامية للمادة المراد معايرتها (يحدث فيها التفاعل بشكل كامل و تام).
- ✓ نقطة نهاية المعايرة (نقطة التعادل): هي نقطه تجريبية نستدل عليها من التغيرات الفيزيائية للمحلول (كتغير لون المشعر (الكاشف) – اختفاء لون المشعر – تشكل راسب – تشكل 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 المُعاير بها (أي التي نقوم بإضافتها) حيث نسمي هذا الرسم ب منحني المعايرة.

المعايرات 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:

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

وحموض متعددة الوظيفة: (H_2SO_4 ,H_2CO_3 ,H_3PO_4)

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

دراسة بعض المعايرات:

أولاً : معايرة حمض قوي بأساس قوي :

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

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

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

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 بNaOH 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 :

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

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

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

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

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

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

ثانياً : معايرة حمض ضعيف بأساس قوي :

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

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

$$CH_3COOH + NaOH \leftrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

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 بNaOH 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 :

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

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

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي للحمض:

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

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

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

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:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

حيث يسلك هذا الحمض سلوك الحمض القوي أحادي الوظيفة ويُعلل ذلك بأن الفرق بين قو ة تشرد الهيدروجين الأول والهيدروجين الثاني ليس كافياً لمعايرة كل منهما على حِدا. أي لا يمكن معايرة حمض الكبريت على مرحلتين بل يعاير دائماً على مرحلة واحدة. يتعدل فيها الهيدروجينيان في آنٍ واحد. نقطة التكافؤ تكون عند ال PH >7 و بالتالي المشعر المناسب هو إما عباد الشمس أو الفينول فتالئين و نحن استخدمنا مشعر عباد الشمس .

✓ عملياً: نملأ السحاحة بـNaOH المعلوم التركيز (0.5 N) و نضع في أرلينة5ml من H_2SO_4 مجهول التركيز و نضع ورقة عباد الشمس فيتغير لونها للأحمرو نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون الورقة إلى الأزرق فيكون الحجم المستهلك 10ml فنحسب التركيز للحمض بحسب قانون مور :

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

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

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي للحمض:

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

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

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

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

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

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.

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

$$H_3PO_4 + NaOH \leftrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

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.

$$NaH_2PO_4 + NaOH \leftrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$$

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

- ✓ عملياً: نملأ السحاحة بNaOH المعلوم التركيز (0.5N) و نضع في أرلينة 10ml من المزيج الحمضي المجهول التركيز و نضع نقطتين من برتقالي الميتيل فيتغير لون المحلول للأحمر، نبدأ بعملية المعايرة حتى انقلاب لون المحلول إلى الأصفر فيكون الحجم لمستهلك 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 .

$$V_1 \rightarrow H_2SO_4 + H_3PO_4 \rightarrow \text{وظيفة واحدة}$$

$$V_2 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow \text{وظيفة واحدة}$$

إذاً 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 ب 2 , بينما لو لو يُحدد في نص السؤال الوظائف المُعايرة نضرب الحجم ب 3.

حساب تركيز حمض الكبريت في المزيج:

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

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

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

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي لحمض الكبريت:

$$C_N = n'.C_M \quad => C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

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

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

ولو أعطي تركيز ماءات الصوديوم بالمولارية وطُلب تركيز حمض الكبريت بالمولارية :نطبق قانون مور:

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

حساب تركيز حمض الفوسفور في المزيج:

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

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

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

ولو طلب حساب المولارية والتركيز الوزني والمكافئ الغرامي لحمض الفوسفور:

$$C_N = n'.C_M \quad => C_M = \frac{C_N}{n'} = \frac{1}{2} = 0.5M$$

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

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

ولو أعطي تركيز ماءات الصوديوم بالمولارية وطُلب تركيز حمض الفوسفور بالمولارية نطبق قانون مور:

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

<u>خامساً: معايرة مزيج أساسي بحمض قوي :</u>

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

- ✓ <u>نظرياً :</u> 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 <u>المرحلة الأولى</u> 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 فتالئين الذي يتغير لونه من اللون الوردي إلى عديم اللون .

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

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.

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow H_2O + CO_2 + NaCl$$

- ✓ عملياً : نملأ السحاحة ب HCl المعلوم التركيز (0.5N) و نضع في أرلينة 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 .

$V_1 \rightarrow NaOH + Na_2CO_3 \rightarrow$ وظيفة واحدة

$V_2 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow$ وظيفة واحدة

إذاً 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

حساب تركيز كربونات الصوديوم في المزيج:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

****

مسـائل في المعـايـرات

❖ 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 :

$$NaOH + CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

2- المشعر المستخدم : الفينول فتالئين (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 :

$$(C_M.V)_{CH_3COOH} = (C_M.V)_{NaOH}$$

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

$$C_N = n`.C_M => C_N = 1 \times 0.078 = 0.078\ N$$

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

2- حساب كتلة حمض الخل :

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

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

❖ 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: N=14 , H=1 , Cl=35.5 , O=16

الحل:

1- معادلة التفاعل :

$$NH_4OH + HCl \leftrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

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 :

$$(C_M.V)_{HCl} = (C_M.V)_{NH_4OH}$$

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

$$=> C_M = 0.1M$$

$$C_N = n`.C_M$$

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

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

4 – حساب كتلة ماءات الأمونيوم :

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

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

❖ 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 فتالئين 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 :

$$NaOH + HCl \rightarrow Nacl + H_2O$$

$$HCl + Na_2co_3 \leftrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

$$HCl + NaHCO_3 \rightarrow H_2O + CO_3 + NaCl$$

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

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

نوع المعايرة : معايرة تعديل (حمض – أساس)

3 - حساب نظامية ومولاريةNaOH :

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

$$=0.1\ \text{N}0.05 \times (18 - 8) = C_N \times 5 \implies C_N$$

حساب المولارية :

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

حساب نظامية ومولاريةNa_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 :

$$\text{r}Eq_{HCl} = \frac{36.5}{1} = 36.5g$$

$$\text{r}Eq_{NaOH} = \frac{40}{1} = 40g$$

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

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 الأساسNa_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 H_2CO_3, Hcl
4. احسب المكافئات الغرامية لكل من الاساس و الحمضين

علماً أن :

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

الحل :

1. معادلات التفاعل:

$$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$$
$$H_3CO_3 + KOH \leftrightarrow KHCO_3 + H_2O$$
$$KHCO_3 + KOH \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

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

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

$$(C_N \times V_1 - V_2)_{KOH} = (C_N . V)_{Hcl}$$
$$0.2 \times (12 - 5.5) = C_N \times 5$$
$$C_N = 0.26\ N$$

حساب المولارية :

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

حساب نظامية ومولاريةH_2CO_3 :

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

حساب المولارية :

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

4. حساب المكافئات الغرامية :

$$\mathrm{r}Eq_{HCl} = \frac{36.5}{1} = 36.5g$$

$$\mathrm{r}Eq_{KOH} = \frac{56}{1} = 56g$$

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

❖ 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 :

$$KCl + HCl \rightarrow KCl + H_2O$$

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

$$(C_M.V)_{Hcl} = (C_M.V)_{Kcl}$$

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

$$C_M = 0.3M$$

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

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

أو

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

3- حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي :

$$m = C_N.E_q.V_L$$

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

أو

$$= C_N.M.V_L$$

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