الجلسة الثالثة

التحليل الكمي: يهدف إلى تحديد تركيز المادة

أنواع التحليل الكمي:

- تحليل كمي حجمي
- تحليل كمي وزني

التحليل الكمي الحجمي:

هو طريقة تحليلية كمية تعتمد على قياس حجم محلول معلوم التركيز يتفاعل تفاعلاً تاماً مع مادة مجهولة التركيز (المعايرة).

المحلول العياري:

وهو المحلول الذي يكون تركيزه معلوماً ويتم تحضيره بدقة كبيرة، ويستخدم لتحديد المادة المجهولة المراد معرفة تركيزها، وغالباً يوضع المحلول العياري في السحاحة إلا إذا تطلبت المعايرة عكس ذلك.

نقطة التكافؤ:

وهي النقطة التي يكون عندها عدد المكافئات الغرامية من المحلول المدروس مساوياً عدد المكافئات الغرامية من المحلول العياري، وهي قيمة نظرية لا يمكن تحديدها عملياً.

نقطة نهاية المعايرة:

وهي نقطة تجريبية، ويتم تحديدها عملياً نتيجة لتغيُّر مفاجئ يطرأ على إحدى الخواص الكيميائية أو الفيزيائية للمحلول المعايَر كتغيُّر لونه أو ظهور راسب فيه أو اختفائه. وتستخدم المشعرات غالباً لتحديد نقطة نهاية المعايرة.

المشعرات:

عبارة عن مواد عضوية حمضية أو أساسية معقدة التركيب يتغير لونها بتغير قيمة pH المحلول.

أهم مشعرات التعديل ومجال تغيُّر لونها

المشعر	لون الشكل القلوي	مجال المشعر	لون الشكل الحمضي
	أصفر	3.1 - 4.4	أحمر
	أصفر برتقالي	4.4 - 6.2	أحمر
	أزرق	5.0 - 8.0	أحمر
	أحمر	8.0 - 10.0	عديم اللون
	أزرق	9.3 - 10.5	عديم اللون
	أرجواني	10.1 - 12.1	أحمر

أنواع المعايرات الحجمية:

معايرات تعديل – معايرات ترسيب – معايرات أكسدة وارجاع – معايرات تشكل معقدات

1- **معايرات التعديل (معايرات حمض – أساس)** : مثل تفاعل حمض كلور الماء مع هيدروكسيد الصوديوم

حمض الصفصاف – الأسبرين" لها خواص حمضية "

كربونات الصوديوم الحامضية – البوراكس – الأدرينالين " لها خواص قلوية "

2- **معايرات الترسيب:** مثل معايرة محلول الكلوريد بمحلول عياري من نترات الفضة حيث يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة.

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgCl$$

كلوريد الفضة راسب ابيض لاينحل بالماء

3-**معايرات الأكسدة والارجاع** : اذا كانت المادة الفعالة في المستحضر الصيدلاني لها خواص مؤكسدة أو مرجعة مثل: معايرة حمض الاسكوربيك (فيتامين C) (مادة مرجعة) ببرمنغنات البوتاسيوم.

4- **معايرات تشكل المعقدات:** في هذا النوع من المعايرات يتم تشكيل معقد بإضافة الكاشف الى المادة المجهولة ومن أشهرها معايرات ال EDTA حيث يشكل معقدات مخلبية مع العديد من العناصر المعدنية خاصة المعادن القلوية.

أنماط إجراء المعايرات الحجمية:

1. **المعايرة المباشرة:** ويتم فيها إضافة حجم محدد من مادة عيارية معلومة التركيز B إلى حجم محدد من مادة مجهولة التركيز A، وإضافة المشعر المناسب، ومن تغير لون المشعر نستدل على نقطة نهاية المعايرة. وعندها يكون:

$$(N.V)_A = (N.V)_B$$

2- **المعايرة المقلوبة (المعكوسة):** يتم فيها معايرة حجم معين من المادة العيارية B بمحلول لمادة المراد معايرتها A (مجهولة التركيز)، أي بقلب مواقع المواد حيث توضع الماد العيارية في الأرلينة والمادة المراد معايرتها في السحاحة.

نلجأ لمثل هذه الطريقة في الحالات التي لا يمكن فيها إجراء المعايرة بالطريقة المباشرة، عندما تكون المادة المُعايرة شرهة للرطوبة أو تتطاير بسهولة أو تتأثر بأوكسيجين الهواء.

وعندها يكون:

$$(N.V)_A = (N.V)_B$$

3- **المعايرة العكسية:** تتم بإضافة حجم مُحدَّد وفائض من المحلول العياري B إلى حجم مُحدَّد من المحلول المجهول A، ومن ثم تتم معايرة القسم الفائض بمحلول عياري آخر C.

$$(N.V)_B = (N.V)_A + (N.V)_C$$

4- **المعايرة غير المباشرة:** تعتمد على إضافة مادة مساعدة C تتفاعل مع المادة المراد معايرتها A معطية ناتج التفاعل D والمكافئ تماماً للمادة A، ومن ثم تُعاير المادة D بالمادة العيارية B.

وعندها يكون: $(N.V)_A = (N.V)_D = (N.V)_B$

4- **معايرات تشكل المعقدات:** في هذا النوع من المعايرات يتم تشكيل معقد بإضافة الكاشف الى المادة المجهولة ومن أشهرها معايرات ال EDTA حيث يشكل معقدات مخلبية مع العديد من العناصر المعدنية خاصة المعادن القلوية.

أنماط إجراء المعايرات الحجمية:

1. **المعايرة المباشرة:** ويتم فيها إضافة حجم محدد من مادة عيارية معلومة التركيز B إلى حجم محدد من مادة مجهولة التركيز A، وإضافة المشعر المناسب، ومن تغير لون المشعر نستدل على نقطة نهاية المعايرة. وعندها يكون:

$$(N.V)_A = (N.V)_B$$

2- **المعايرة المقلوبة (المعكوسة):** يتم فيها معايرة حجم معين من المادة العيارية B بمحلول المادة المراد معايرتها A (مجهولة التركيز)، أي بقلب مواقع المواد حيث توضع الماد العيارية في الأرلينة والمادة المراد معايرتها في السحاحة.

نلجأ لمثل هذه الطريقة في الحالات التي لا يمكن فيها إجراء المعايرة بالطريقة المباشرة، عندما تكون المادة المُعايرة شرهة للرطوبة أو تتطاير بسهولة أو تتأثر بأوكسيجين الهواء.

وعندها يكون:

$$(N.V)_A = (N.V)_B$$

3- **المعايرة العكسية:** تتم بإضافة حجم مُحدَّد وفائض من المحلول العياري B إلى حجم مُحدَّد من المحلول المجهول A، ومن ثم تتم معايرة القسم الفائض بمحلول عياري آخر C.

$$(N.V)_B = (N.V)_A + (N.V)_C$$

4- **المعايرة غير المباشرة:** تعتمد على إضافة مادة مساعدة C تتفاعل مع المادة المراد معايرتها A معطية ناتج التفاعل D والمكافئ تماماً للمادة A، ومن ثم تُعاير المادة D بالمادة العيارية B.

وعندها يكون: $(N.V)_A = (N.V)_D = (N.V)_B$

$$N_{(\text{الفعلية})} = K \cdot N_{(\text{النظرية})}$$

حيث K معامل التصحيح

مثال 1: ضبط تركيز حمض كلور الماء بمحلول عياري من كربونات الصوديوم:

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

مثال 2: ضبط تركيز هيدروكسيد الصوديوم بحمض الحماض:

$$H_2C_2O_4 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$

القسم العملي:

تقييس هيدروكسيد الصوديوم بحمض الحماض وحساب معامل التصحيح:

يؤخذ 10ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة ماصة مدرجة وتوضع في الأرلينة ثم يضاف إليها قطرتين من مشعر فينول فتالئين فيتلون المحلول باللون الأحمر، ثم نعاير المحلول بواسطة حمض الحماض تركيزه 0.1N الموجود في السحاحة قطرة قطرة مع التحريك المستمر حتى انقلاب لون المحلول الأحمر إلى عديم اللون. يسجل حجم الحمض المستهلك ونكرر المعايرة ثلاث مرات ونحسب الحجم الوسطي ثم لحساب تركيز هيدروكسيد الصوديوم نطبق قانون المعايرة (قانون مور):

$$(N \times V)_{\text{NaOH}} = (N \times V)_{H_2C_2O_4}$$

نحسب معامل التصحيح بتطبيق العلاقة:

$$N_{(\text{الفعلية})} = K \cdot N_{(\text{النظرية})}$$

حيث التركيز النظري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1N.