المحاضرة 15 من 30

مقدمة في التحليل الحجمي وقانون التكافؤ

Volumetric Analysis · Introduction and the Law of Equivalence

أهداف المحاضرة

1. يعرّف الطالب التحليل الكمي والتحليل الحجمي ويذكر أقسامهما.
2. يطبق قانون التكافؤ الكيميائي لحساب تركيز مادة مجهولة.
3. يعدد أنواع التسحيحات وشروط التفاعل الصالح للتسحيح، ويتعرف على جهاز التسحيح.

التحليل الكمي

يُقصد بالتحليل الكمي تحديد أو حساب وزن أو نسبة أو تركيز المادة بأي صيغة كانت، عنصراً أو مركباً أو جزاً في عينة ما، بإحدى الطرق التحليلية الكمية: الحجمية أو الوزنية أو الآلية. وقد تُقدّر المادة بأكملها، أو على صورة أحد نواتج تفاعلها، أو أحد المواد التي تتكون منها. وينقسم إلى:

1. التحليل الحجمي (Volumetric Analysis)
2. التحليل الوزني (Gravimetric Analysis)
3. التحليل الآلي (Instrumental Analysis)

التحليل الحجمي

تعتمد طرق التحليل الحجمي على قياس **حجم محلول قياسي** (معلوم التركيز) يكافئ كل أو جزء من محلول المادة المراد تقديرها، وذلك بعملية **التسحيح** (المعايرة). ويُستدل على نقطة التكافؤ باستخدام الدلائل التي يتغير لونها عند نقطة انتهاء التفاعل، أو بتغير التوصيلية الحرارية أو الكهربائية أو العكورة، أو باستخدام جهاز pH.

قانون التكافؤ الكيميائي

عند نقطة التكافؤ يكون:

ملي مكافئات المحلول القياسي = ملي مكافئات المادة المجهولة

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

وإذا كانت نسبة التفاعل 1:1 يمكن استخدام المولارية:

ملي مولات المحلول القياسي = ملي مولات المادة المجهولة (للنسبة 1:1)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

لماذا نفضّل العيارية في التسحيح؟

المكافئ الواحد من أي حامض يتفاعل دائماً مع مكافئ واحد من أي قاعدة، مهما كانت نسبة المولات في المعادلة. لذلك يصلح $N_1V_1 = N_2V_2$ لكل التفاعلات، أما $M_1V_1 = M_2V_2$ فيحتاج تعديلاً عندما لا تكون النسبة 1:1.

مثال محلول

سُحّح 10 ml من محلول HCl مجهول التركيز مع NaOH 0.1 N، فنزل من السحاحة 12.5 ml. احسب عيارية الحامض.

$$N(HCl) \times 10 = 0.1 \times 12.5 \;\rightarrow\; N(HCl) = 1.25 / 10 = 0.125\ N$$

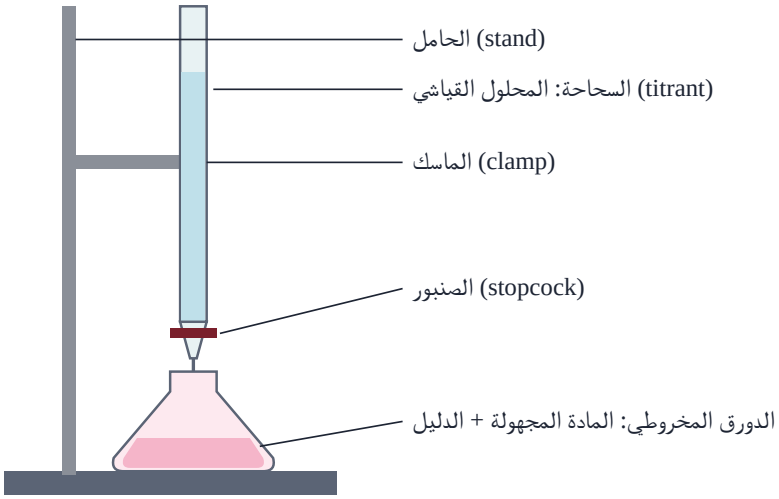
أنواع التسحيحات

النوع	أساس التفاعل	مثال من المختبر
تسحيحات حامض–قاعدة (التعادل) Acid–Base	اتحاد H^+ مع OH^-	معايرة HCl مع Na_2CO_3
تسحيحات الترسيب Precipitation	تكوين راسب شحيح الذوبان	تقدير الكلوريد بطريقة مور
تسحيحات الأكسدة والاختزال Redox	انتقال الإلكترونات	تقدير الحديدوز بالبرمنغنات
تسحيحات تكوين المعقدات Complex Formation	تكوين معقد ثابت ذائب	تقدير عسرة الماء بـ EDTA (المرحلة اللاحقة)

شروط التفاعل الصالح للتسحيح

- أن يكون سريعاً، ومعروف المعادلة والنسب الكمية.
- أن يكون تاماً (كاملاً) عند نقطة التكافؤ.
- أن تتوفر طريقة لتحديد نقطة انتهاء التفاعل، كدليل مناسب.
- ألا تحدث تفاعلات جانبية تستهلك المحلول القياشي.

جهاز التسحيح



شكل 1: جهاز التسحيح

أسئلة تطبيقية مع الإجابة

س1: سُحّح 20 ml من NaOH مع H_2SO_4 0.05 N، فنزل 16 ml. احسب عيارية القاعدة.

$N \times 20 = 0.05 \times 16 \rightarrow N = 0.04$ N

س2: ما الفرق بين المحلول القياشي والمحلول المجهول في التسحيح؟

المحلول القياشي معلوم التركيز بدقة ويوضع عادة في السحاحة، أما المجهول فهو المادة المراد تقدير تركيزها ويوضع في الدورق المخروطي.

س3: عدّد أنواع التسحيحات الأربعة.

حامض–قاعدة، الترسيب، الأكسدة والاختزال، تكوين المعقدات.

مصدر المحتوى: ملزمة التحليل الحجمي العملي، المرحلة الأولى، إعداد م. آلاء عبد الواحد جاسم (فقرة التحليل الكمي والحجمي). أُضيف المثال والمخطط وشروط التفاعل والأسئلة توسعةً للمادة.