جامعة تكريت

كلية التربية للبنات

قسم الاقتصاد المنزلي

مادة الكيمياء العامة (الجزء النظري)

(تسحيح الحوامض والقواعد)

م.د. علي وليد نوفان

Ali.w.nofan@tu.edu.iq

عملية التسحيح (أو ما يعرف بـ **المعايرة**) هي واحدة من أهم العمليات الأساسية في الكيمياء التحليلية، وتُستخدم لتحديد تركيز مادة مجهولة بدقة عالية.

1. المبدأ الأساسي (الفكرة العامة)

تعتمد عملية التسحيح على تفاعل كيميائي بين محلولين:

- **المحلول الأول:** نعرف تركيزه بدقة (يسمى المحلول القياسي).
- **المحلول الثاني:** مجهول التركيز (وهو الذي نريد تحليله).

يتم إضافة المحلول المعلوم تدريجياً إلى المحلول المجهول حتى يكتمل التفاعل الكيميائي بينهما تماماً. ومن خلال قياس الحجم المستهلك من المحلول المعلوم، يمكننا حساب تركيز المحلول المجهول رياضياً.

2. الأدوات والمصطلحات الرئيسية

لفهم العملية، نحتاج الى التالي:

1. **السحاحة (Burette):** أنبوب زجاجي طويل مدرج بدقة، يحتوي على صمام في الأسفل للتحكم في نزول السائل قطرة قطرة. توضع فيها عادة المادة المعلومة التركيز (**Titrant**).
2. **الدورق المخروطي (Conical Flask):** وعاء زجاجي يوضع أسفل السحاحة، ويحتوي على الحجم المحدد من المادة مجهولة التركيز (**Analyte**).
3. **الدليل أو الكاشف (Indicator):** مادة كيميائية (مثل الفينولفثالين أو الميثيل البرتقالي) تضاف بقطرات قليلة إلى الدورق. وظيفتها تغيير لون المحلول فجأة عند اكتمال التفاعل، لتعطيك إشارة للتوقف.

3. خطوات العملية .

1. **التحضير:** نملأ السحاحة بالمحلول القياسي (المعلوم)، ونضع حجم دقيق (مثلاً 10 مل) من المحلول المجهول في الدورق مع قطرات من الكاشف.
2. **البدء:** نفتح صمام السحاحة ببطء شديد ليبدأ المحلول القياسي بالنزول قطرة تلو الأخرى على المحلول المجهول مع التحريك المستمر للدورق.
3. **نقطة التكافؤ (Equivalence Point):** هي اللحظة النظرية التي تتساوى فيها كمية المادة القياسية مع المادة المجهولة كيميائياً.
4. **نقطة النهاية (End Point):** هي اللحظة التي يتغير فيها لون الكاشف فعلياً (مثلاً من شفاف إلى وردي)، وهنا يجب إغلاق الصمام فوراً.
5. **الحساب:** نقرأ الحجم المستهلك من السحاحة ونستخدمه في المعادلة الرياضية.

4. المعادلة الرياضية (قانون المعايرة)

في أبسط حالات معايرة الأحماض والقواعد (عندما تكون النسبة المولية 1:1)، نستخدم القانون التالي:

ح1 * ت1 = ح2 * ت2

- ت1: تركيز المحلول المعلوم (Standard).
- ح1: حجم المحلول المعلوم (الذي نزل من السحاحة).
- ت2: تركيز المحلول المجهول (المطلوب إيجاده).
- ح2: حجم المحلول المجهول (الذي وضعناه في الدورق).

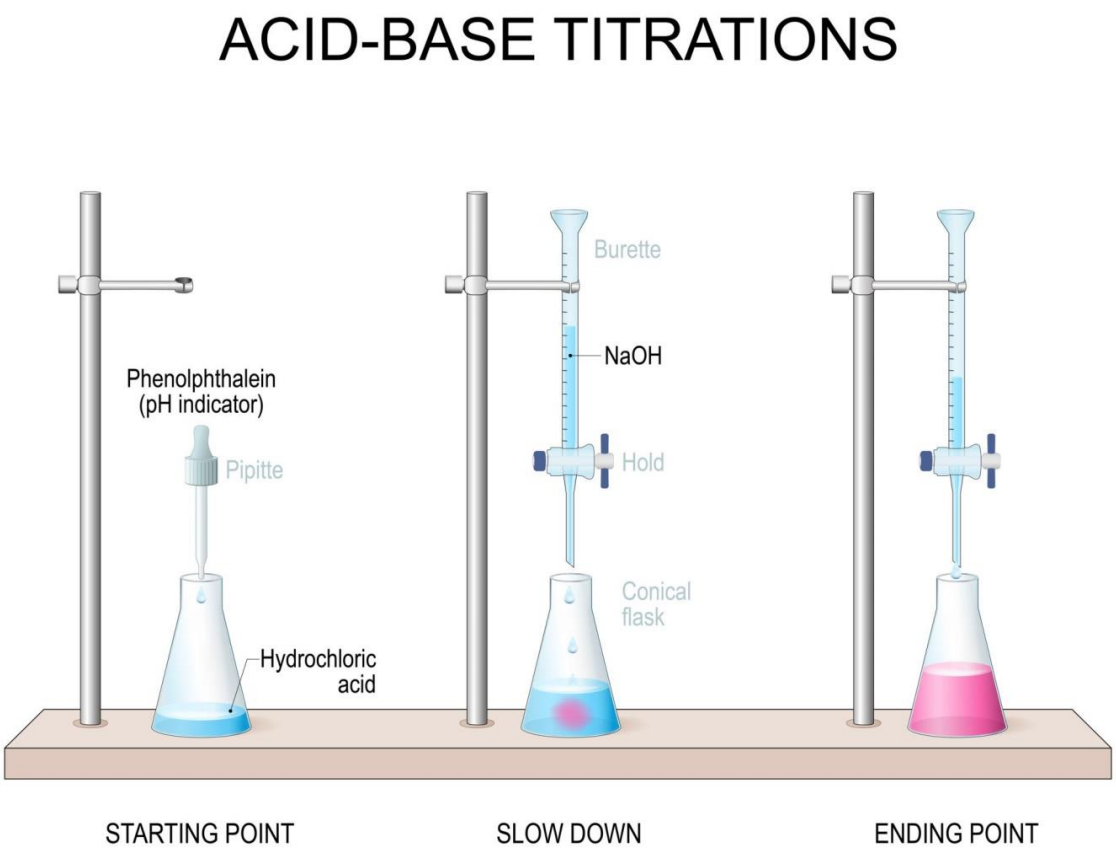
5. أنواع المعايرة

لا تقتصر المعايرة على الأحماض والقواعد فقط، بل توجد أنواع أخرى تعتمد على نوع التفاعل:

1. معايرة الأحماض والقواعد (Acid-Base Titration)

هذا هو النوع الأكثر شهرة، ويسمى أيضاً **"معايرة التعادل"**.

- **المبدأ:** يحدث تفاعل بين أيونات الهيدروجين من الحامض وأيونات الهيدروكسيد من القاعدة لتكوين جزيئات ماء وملح. الهدف هو الوصول إلى نقطة التعادل (pH=7 غالباً).
- **كيف نكشف النهاية؟** نستخدم كواشف (أدلة) يتغير لونها بتغير درجة الحموضة (pH)، مثل الفينولفثالين (يتحول من شفاف إلى وردي في الوسط القاعدي).
- **مثال:** تحديد تركيز الخل (حامض الأسيتيك) باستخدام محلول الصودا الكاوية (NaOH).



2. معايرة الأكسدة والاختزال (Redox Titration)

تعتمد على انتقال الإلكترونات بين المواد المتفاعلة.

- **المبدأ:** مادة تفقد إلكترونات (تتأكسد) ومادة أخرى تكتسب هذه الإلكترونات (تختزل). لا يهم هنا الحموضة، بل "الجهد الكهربي" للكيمياء.
- **كيف نكشف النهاية؟**
  - أحياناً لا نحتاج لكاشف خارجي لأن المحلول القياسي نفسه يتغير لونه (مثل برمنجنات البوتاسيوم التي تتميز بلون بنفسجي غامق، وعندما تتفاعل وتختزل يصبح المحلول شفافاً).
  - أحياناً نستخدم النشا ككاشف (مع اليود) ليعطي لوناً أزرق داكن.
- **مثال:** تحديد نسبة الحديد في خامات الحديد، أو قياس نسبة فيتامين C في العصير.

3. معايرة الترسيب (Precipitation Titration)

سميت بهذا الاسم لأن ناتج التفاعل يكون مادة صلبة غير ذائبة (راسب) تظهر في قاع الدورق.

- **المبدأ:** تتفاعل أيونات المادة المعلومة مع أيونات المادة المجهولة لتكوين ملح شحيح الذوبان يترسب فوراً.
- **أشهر الطرق:** استخدام نترات , وتسمى هذه الطرق بـ "الأرجنتومترية" (Argentometry).
- **كيف نكشف النهاية؟** عندما ينتهي ترسيب المادة الأصلية، تتفاعل أي قطرة زائدة من السحاحة مع الكاشف لتكوين راسب "ملون" مميز يختلف عن الراسب الأبيض الأصلي.
- **مثال عملي:** قياس نسبة الملوحة (أيونات الكلوريد) في مياه البحر أو مياه الشرب.

4. معايرة التعقيد (Complexometric Titration)

تستخدم لتحديد تركيز أيونات المعادن.

- **المبدأ:** يتفاعل المحلول القياسي (يسمى هنا العامل المخلبي أو المرتبط) مع أيونات المعدن المجهولة لتكوين "معقد" (جزيء كبير ومستقر وذائب).
- **المادة المستخدمة:** مادة تسمى **EDTA**، وهي أشهر مادة تستخدم في السحاحة لأنها تمسك بأيونات المعادن بقوة.
- **كيف نكشف النهاية؟** نستخدم كواشف خاصة بالمعادن (مثل Eriochrome Black T). يكون للكاشف لون عندما يكون حراً، ولون آخر تماماً عندما يرتبط بالمعدن.
- **مثال عملي:** تحديد **عُسر الماء** (كمية الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء) للتأكد من صلاحيته للغسيل أو الشرب.

تعتبر عملية التسحيح (المعايرة) العمود الفقري لمختبرات **مراقبة الجودة (Quality Control)** في جميع أنحاء العالم. فهي ليست مجرد تجربة مدرسية، بل هي الطريقة التي تضمن بها الشركات أن المنتجات التي نستخدمها يومياً آمنة وفعالة ومطابقة للمواصفات.

تفضل المصانع والمختبرات استخدام التسحيح مقارنة بأجهزة التحليل المعقدة والمكلفة لعدة أسباب:

1. **الدقة العالية والتكلفة المنخفضة:** تعطي نتائج دقيقة جداً بتكلفة تشغيلية منخفضة (أدوات زجاجية ومواد كيميائية بسيطة) مقارنة بالأجهزة الإلكترونية المعقدة.
2. **طريقة مطلقة (Absolute Method):** لا تحتاج غالباً إلى معايرة الجهاز بمواد مرجعية معقدة، فالمعادلة الكيميائية تعطيك النتيجة مباشرة.
3. **السرعة:** يمكن إجراء الفحص في دقائق، مما يسمح باتخاذ قرارات سريعة في خطوط الإنتاج.
4. **الأتمتة (Automation):** في الصناعة، لا يتم استخدام السحاحة اليدوية دائماً، بل توجد أجهزة "تطرح آلي" (Automatic Titrators) تقوم بالعملية بدقة متناهية وبكميات كبيرة.

ثانياً: استخدامات التسحيح في الصناعة

1. الصناعات الدوائية (Pharmaceuticals)

هذا هو الاستخدام الأكثر حيوية، حيث لا مجال للخطأ.

- **التأكد من الجرعة:** يتم معايرة الأقراص والشراب للتأكد من أن كمية المادة الفعالة (مثل الباراسيتامول أو الأسبرين) مطابقة تماماً للمكتوب على العلبة.
- **نقاوة المواد الخام:** قبل تصنيع الدواء، يتم فحص المواد الخام للتأكد من خلوها من الشوائب باستخدام المعايرة.

2. الصناعات الغذائية والمشروبات (Beverage & Food)

تؤثر الكيمياء على طعم وسلامة الغذاء.

- **تحديد الحموضة:** قياس حموضة الحليب (للكشف عن التلف)، أو حموضة العصائر والمشروبات الغازية لضبط الطعم اللاذع.
- **قياس نسبة الملح:** معايرة الترسيب تستخدم لتحديد كمية ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الشيبس، الأجبان، واللحوم المصنعة.
- **فحص الزيوت:** تحديد "رقم التصبن" أو "رقم الحموضة" للزيوت للتأكد من أنها صالحة للأكل ولم تتعرض للتزنخ (الفساد).
- **فيتامين C:** قياس نسبة الفيتامينات في العصائر والمكملات الغذائية باستخدام معايرة الأكسدة والاختزال.

3. معالجة المياه والبيئة (Water Treatment)

قبل أن تصلنا المياه الصالحة للشرب، تمر بعدة عمليات معايرة:

- **عسر الماء (Water Hardness):** قياس نسبة الكالسيوم والمغنيسيوم. الماء العسر يسبب تلف الأنابيب ولا يرغي الصابون، فتتم معايرته لمعالجته.
- **نسبة الكلور:** تحديد كمية الكلور المضافة للتعقيم؛ زيادتها تضر الصحة ونقصانها لا يقتل البكتيريا.

- **تحليل مياه الصرف:** قياس الأكسجين المذاب والطلب الكيميائي للأكسجين (COD) لمعرفة مدى تلوث المياه.

4. صناعة النفط والبتروكيماويات (Petroleum)

- **العدد الحمضي (TAN):** يتم معايرة الزيوت الخام ومنتجات الوقود لقياس حموضتها. الزيت عالي الحموضة يسبب تآكل (صدأ) لمحركات السيارات وأنابيب النقل، لذا يجب مراقبته بدقة.
- **محتوى الكبريت:** تحديد نسبة الكبريت وبعض المركبات في الوقود لتقليل الانبعاثات الضارة.

5. صناعة مستحضرات التجميل والمنظفات

- **بيروكسيد الهيدروجين:** تحديد تركيز ماء الأكسجين في صبغات الشعر ومواد التبييض.
- **فعالية الصابون:** التأكد من نسبة الأحماض الدهنية والقلويات الحرة في الصابون والشامبو لضمان ألا تسبب تهيجاً للجلد.