Volumetric Analysis (Titration)

- **Volumetric analysis** (or Quantitative chemical analysis) is used for determining the content of a specific component in a sample.
- التحليل الحجمي : (او التحليل الكمي) يستخدم لتحديد كمية مادة معينة في العينة.
- The principle of volumetric determination is the chemical reaction between a standard solution (of known concentration), which is usually added, and a given volume of a substance to be determined in a titration flask.
- مبداء التحليل الحجمي هو التفاعل الكيميائي مابين المحلول القياسي (ذو التركيز المعلوم)، و الذي يتم اضافتة عادة، و حجم معلوم من المادة المراد تعين كميتها في قارورة التسحيح.
- The solution of known concentration is called "**the standard solution**".
- المحلول ذو التركيز المعلوم يعرف ب (المحلول القياسي)
- The process of adding the standard solution until the reaction is just complete is called **"titration"**.
- عملية اضافة المحلول القياسي الى حين لحظة اكتمال التفاعل تعرف ب(التسحسيح او تسمى بالمعيرة).
- **Equivalent point** is the point in a titration where the amount of standard solution added is chemically equivalent to the amount of analyte in sample.
- نقطة التكافوء: هي النقطة في عملية التسحيح التي تكون فيها كمية المحلول القياسي المضافة مكافئة كميائيا لكمية المادة المراد تحديد كمياتها في العينة.
- **End point** is the point in a titration when a change in color of indicator happens that signals that the amount titrant added is chemically equivalent to the amount of analyte in sample.
- نقطة النهاية: هي النقطة في عملية التسحيح التي يحدث فيها تغير في لون الكاشف و الذي يشير بدورة الى ان كمية المحلول القياسي المضافة مكافئة كيميائيا مع كمية المادة المراد تحديد كميتها في العينة.
- **Indicator** is a substance used to indicate when the end point has been reached. (Usually by changing color).
- الكاشف: هي مادة تستخدم لتحديد وقت متى تم الوصول الى نقطة النهاية.(عادة يحدث تغير في اللون)
- A **primary standard** is a highly purified compound that serves as a reference material in all volumetric analysis methods.
- المعاير الاساسي : هي مادة ذات نقاوة عالية تستخدم كمادة مرجعية في كل عماليات التحليل الحجمي.
- Stander solution is prepared by dissolving a primary stander in a known volume of suitable solvent.
- يحضر المحلول القياسي عن طرق اذابة مادة المعاير الاساسي في حجم معين من مذيب مناسب.

- **Important requirements for a primary standard are** : متطلبات مهمة
يجب توافرها في مادة المعيار الاساسي

1. Have a high purity.	ذات نقاوة عالية
2. Stability toward air. (dose not absorb moisture)	مستقرة في الهواء (لاتمتص الرطوبة)
3. Absence of hydrate water. (dose not lose water)	لاتمتلك مياه متميئة (لاتفقد المياه)
4. Available at low cost.	متوفرة بكلفة قليلة
5. Good solubility in titration solutions.	ذات ذوبانية جيدة في محلول التسحيح
6. Large molar mass. (To minimize the relative error associated with weighing during the preparation of standard solution).	ذات كتلة مولية عالية (للتقليل من الاخطاء المرافقة لعملية تحضير المحلول القياسي)

Important conditions for volumetric analysis reaction:

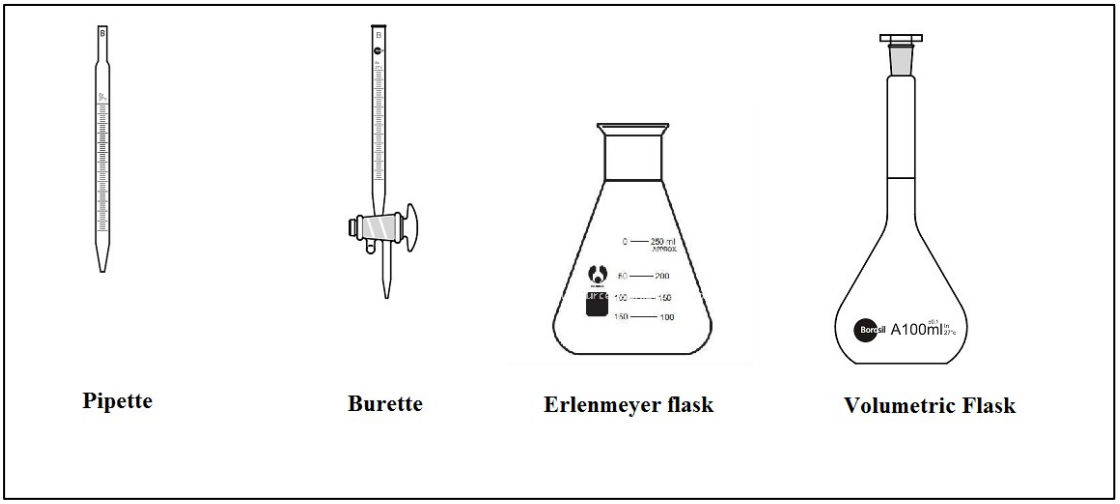
1. A simple reaction which can be expressed by a chemical equation and the substance to be determined should react completely with the standard solution. تفاعل بسيط يمكن التعبير عنه بواسطة معادلة كيميائية يتم فيه تفاعل المادة المراد تعين كميتها مع مادة المحلول القياسي تفاعلا تاما".
2. The reaction should be proceeding at high speed..يتم التفاعل بسرعة عالية
3. An indicator should be available. يجب توفر الكاشف
4. Equilibrium constant must be very large. "ثابت التوازن يجب ان يكون كبيرا جدا"

$$A + B \overset{K}{\rightarrow} C + D \qquad K = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

Requirements for volumetric analysis (titration): متطلبات التحليل الحجمي (التسحيح)

1. Accurate measuring vessels, including burettes, pipettes, Erlenmeyer flask, and volumetric flask. توافر زجاجيات القياس الدقيقة و منها الماصة، السحاحة، الدورق الزجاجي، و القنينة الحجمية.
2. A primary stander to prepare the standard solution. مادة المعاير الاساسي لتحضير المحلول القياسي.

3. An indicator to detect the completion of the reaction. مادة الكاشف لتعين نقطة نهاية التفاعل



Classification of reactions in volumetric analysis: تصنيف تفاعلات التحليل الحجمي

1. **Neutralisation reaction** (reaction between base and acid). تفاعلات التعادل (التفاعل بين القاعدة و الحامض)
2. **Complex formation reaction** (Ions or compound combination to form soluble dissociated ion or compound). تفاعل تكوين المعقد (ايونات او مركبات تتحد لتكوين ايونات متحلل او مركبات ذائبة)
3. **Precipitation reactions** (form a simple precipitate). تفاعلات تكوين الراسب.
4. **Oxidation-reduction reactions** (include all reactions involving change in oxidation number or transfer of electrons among the reaction substances). تفاعلات الاكسدة و الاختزال (تشمل كل التفاعلات التي يحدث فيها تغير في عدد التاكسد او انتقال الالكترونات بين المواد المتفاعلة)

Calculations of volumetric analysis: حسابات التحليل الحجمي

- Standard solution which contains a known weight of the primary stander in a definite volume of the solution.
- **Molar solution** which contains 1 gm molecular weight of the primary stander per liter of solution. المحلول المولي : هو المحلول الذي يحتوي على ١ غرام من الوزن الجزيئي لمادة المعاير الاساسي لكل ١ لتر من المحلول.

$$\boldsymbol{M} = \frac{Weight\ (wt.)}{Molculer\ Weight\ (M.wt)} * \frac{1000}{Volume\ (mL)}$$

- **Normal solution** which that contains lgm equivalent weight per liter of solution. المحلول النورمالي : هو المحلول الذي يحتوي على ١ غرام وزن مكافئ من مادة المعاير الاساسي في ١ لتر من المحلول.

$$\boldsymbol{N} = \frac{Weight(wt.)}{Equivelent\ Wight(eq.wt.)} * \frac{1000}{Volume\ (mL)}$$

- **Part per million(ppm):**Milligrams of solute per liter of solution.

$$\boldsymbol{ppm} = \frac{Wight\ of\ Solute\ (mg)}{Volume\ of\ Solution\ (L)}$$

$$\boldsymbol{ppm} = \frac{wt.\ (g)}{V\ (mL)} * 10^6$$

$$\boldsymbol{ppm} = M * M.wt * 1000$$

For titration reaction:

$$a\ A\ +\ b\ B\ \rightarrow product$$

Standard (titrant) unknown (titrand)

At equivelent opint:

No. of mmol (milie mole)of standard(A) = No. of mmole of unknown(B)

$$N_A * V_A = N_B * V_B$$

Or $$M_A * V_A * R = M_B * V_B \qquad (R = b/a)$$

- **Equivelant weights**

A. Equivelent weight in neutrilization reactions.

The equivelent weight of **Acid** is that the weight of it which contians one-grame atome of replaceable hydrogen.

$$\textbf{Equivalent weight of acid} = \frac{\textbf{M wt. of acid}}{\textbf{No. of active } H^+}$$

Example equivelent weight of H2SO4 = M.wt of H2SO4/2

equivelent weight of H3PO4 = M.wt of H3PO4/3

The eqivelent wight of **Base** is the wight of it which contians one replaceabel hydroxyl group.

$$\textbf{Equivalent weight of base} = \frac{\textbf{M wt. of base}}{\textbf{No. of active } OH^-}$$

Example equivelent weight of NaOH = M.wt of NaOH/1

B. Equivelent weight in Oxidation-Reduction reactions.

The equivelent weight of an oxidant or a reductant is the number of electrons which one mole of the substance gains or losses in the reaction.

$$\textbf{Equivalent weight} = \frac{\textbf{Formula weight } (gm/mole)}{\textbf{No. of electrons gianed or lost}}$$

Example

$$5C_2O_4^{=} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{+2} + 8H_2O$$

$$eq.wt\ MnO_4^- = \frac{F.wt\ MnO_4^-}{5} \qquad eq.wtC_2O_4^{=} = \frac{F.wt\ C_2O_4^{=}}{2}$$