الفصل الخامس

التفاعلات الكيميائية المستخدمة في التحليل الحجمي وشروطها العامة

Chemical reactions which are used in volumetric analysis and its general conditions

5-1- مقدمة :

لكتابة أي تفاعل ما يجب أن يتم معرفة صيغ المواد الداخلة في التفاعل الكيميائي والمواد الناتجة عنه ، فإذا توفر ذلك يصبح بالإمكان كتابة المعادلة الكيميائية . ولكي تتم موازنة المعادلة الكيميائية يجب أن تتفاعل المواد بنسب متكافئة ، فإذا عرفت هذه النسب تصبح عملية موازنة المعادلة مسألة سهلة. لكن تكمن الصعوبة الرئيسة في ذلك أي في كيفية تعيين عدد المكافئات التي تمثلها الصيغة الجزيئية للمواد المتفاعلة ، ويتم تعيين ذلك بمعرفة نوعية التفاعل الجاري وكيف تتم آليته .

5-2- أنواع التفاعلات الكيميائية

يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية المستخدمة في التحليل الحجمي إلى أربعة أنواع رئيسية وهي :

1- تفاعلات الحمضية – الأساسية :

وهي تعرف أحياناً بتفاعلات التعديل : ومثال على هذا النوع من التفاعلات تفاعل حمض كلور الماء مع هيدروكسيد الصوديوم :

$$HCl + NaOH \longrightarrow H_2O + NaCl$$

كما يمكن كتابة تفاعل حمض – أساس بالشكل الأيوني التالي :

$$H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$$

ومن المعروف أن أي اختلاف في قوة الحمض أو الأساس يؤدي إلى تشكيل أملاحٍ لها خواص حمضية أو أساسية .

وبالتالي لن يؤدي بالضرورة أي تفاعل بين حمض وأساس إلى تشكيل مواد تكون قيمة pH محاليلها مساوية إلى 7 (محلول معتدل) حيث يحدث التعادل فقط عندما تتساوى قوة الحمض والأساس المتفاعلين .

2- تفاعلات الأكسدة والإرجاع :

هي التفاعلات التي يرافقها انتقال الكتروني من الذرة الأشد كهرجابية في مادة ما إلى الذرة الأشد كهرسلبية في المادة الأخرى .

تستخدم تفاعلات الأكسدة والإرجاع على نطاق واسع في التحليل الكمي وذلك لتنوع التفاعلات الجارية بهذه الطريقة فمثلاً تتفاعل أيونات الحديد الثنائي مع أيون البرمنغنات في وسط حمضي وفق التفاعل التالي :

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

حيث تعتبر البرمنغنات المادة المؤكسدة في هذا التفاعل في حين أيونات الحديد الثنائي هي المادة المراجعة .

3- تفاعلات الترسيب :

هي التفاعلات الكيميائية التي تؤدي عند تفاعلها إلى تشكيل راسب قليل الانحلال . ويتم التمييز بين راسب وآخر عن طريق استخدام ثابت يدعى ثابت جداء الانحلال ويرمز له ksp (constant of solubility product) وبشكل عام تُستخدم أثناء التحليل الكمي رواسب قليلة الانحلال فمثلاً تفاعل أيونات الكلوريد مع أيونات الفضة وفق التفاعل التالي :

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow Ag\,Cl$$

وهناك الكثير من التفاعلات الكيميائية يرافقها تشكيل رواسب.

4- تفاعلات التعقيد :

يقصد بتفاعلات التعقيد التفاعلات التي يتشكل فيها معقد ما أثناء حدوث التفاعل الكيميائي . ويتم تشكيل المعقدات عن طريق تشكيل روابط مشتركة أو تساندية أو كليهما معاً. ومثال على ذلك تفاعل انحلال ملح كلوريد الفضة في وسط نشادري حيث يتشكل معقد كلوريد الفضة النشادري المنحل في الوسط المائي وذلك وفق التفاعل الكيميائي التالي :

$$Ag\,Cl + NH_3 \longrightarrow Ag(NH_3)_2Cl$$

5-3- شروط التفاعل الكيميائي التام :

بشكل عام يمكن للتفاعل الكيميائي أن يكون تاماً إذا كان أحد نواتج التفاعل على شكل أحد المواد التالية :

1-أحد نواتج التفاعل على شكل غاز :

أي أن الغاز الناتج ينطلق وبالتالي حسب مبدأ لوشاتلييه سوف يسير التفاعل في الاتجاه الذي يتشكل فيه الغاز .

2- أحد نواتج التفاعل على شكل راسب قليل الانحلال :

عند تشكيل راسب قليل الانحلال في التفاعل الكيميائي الجاري يؤدي إلى جريان التفاعل باتجاه تشكل الراسب .

3- أحد نواتج التفاعل على شكل جزيئات غير متأينة :

أثناء تشكيل جزيئات غير متأينة في التفاعل الكيميائي الجاري يؤدي إلى جريان التفاعل باتجاه تشكلها نتيجة عدم قدرتها على التفاعل لأنها لا يمكن أن تتأيين .

4- أحد نواتج التفاعل على شكل معقد :

المعقد المتشكل لا يتفكك بالمحلول بالتالي يؤدي ذلك إلى جريان التفاعل باتجاه تشكله .

5-4- الشروط الواجب توافرها في التفاعلات الكيميائية حتى يمكن استثمارها في التحليل الكمي :

ليس كل تفاعل كيميائي يحدث يمكن استخدامه في التحليل الكمي حيث هناك شروط عديدة يجب أن تتوافر في التفاعل الكيميائي حتى يمكن استثماره في التحليل الكمي ومن أهمها:

1- يجب أن يتم التفاعل الكيميائي بسرعة عالية حتى يمكن تفادي حدوث أي تفاعل باتجاه آخر وذلك نتيجة أكسدة بعض المواد المتفاعلة في الهواء أو أي تفاعل جانبي يمكن أن يحدث .

2- يجب أن يكون التفاعل الكيميائي محدداً من الناحية الكمية .أي يجب أن تتحد المواد مع بعضها بعضاً بنسبة واحدة ومعروفة في التفاعل ، كي يمكن حساب كمية

المواد الداخلة في التفاعل والناتجة عنه . أي يجب أن يتم التفاعل بنسب مولية وفقاً لمعادلة وحيدة معروفة ومحددة .

3- يجب على التفاعلات الكيميائية المستخدمة في عمليات التحليل الكمي أن تحدث بنسبة لا تقل عن 99.9 % ،حيث أن أقل من هذه النسبة من الممكن أن تؤدي إلى نتائج تحليلية خاطئة أثناء الحسابات الجارية .

4- يجب اختيار التفاعل الكيميائي المناسب والذي يمكن متابعة جريانه لمعرفة نقطة انتهاء المادة المراد تحديدها في وسط التفاعل ، فمثلاً عند معايرة حمض بأساس يجب استخدام مشعر مناسب لتحديد نقطة نهاية المعايرة فالتفاعل الكيميائي الذي لا يمكن إيجاد مشعر مناسب لتحديد نقطة نهاية التفاعل له لا يمكن استخدمه في التحليل الكمي.