المحاضرة 25 من 30

تقدير أيون الكلورايد في ملح الطعام بطريقة مور

Experiment No. 4 · Determination of Chloride Ion by Mohr's Method

أهداف المحاضرة

1. يقدّر الطالب تركيز الكلورايد في محلول ملح الطعام بالتسحيح مع نترات الفضة.
2. يفسر آلية عمل دليل كرومات البوتاسيوم.
3. يُجري تجربة البلانك ويصحح بها الحجم النازل.

الجزء النظري

تُستخدم طريقة مور بكثرة لتسحيح أيون الكلورايد والبروميد مع محلول قياشي من نترات الفضة، باستخدام **كرومات البوتاسيوم** K_2CrO_4 دليلاً. في هذه التجربة يُسحّح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) مع نترات الفضة، فيتكون أولاً راسب أبيض من كلوريد الفضة قبل نقطة انتهاء التفاعل:

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow \text{ (white)} + NaNO_3$$

وعند نقطة انتهاء التفاعل، أول قطرة زائدة من نترات الفضة تتفاعل مع الدليل فيتكون راسب أحمر من كرومات الفضة:

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 \rightarrow Ag_2CrO_4\downarrow \text{ (red)} + 2KNO_3$$

كُتبت هذه المعادلة في الملزمة غير موزونة؛ الصيغة أعلاه موزونة.

لماذا يترسب AgCl أولاً؟

ذوبانية AgCl المولارية (حوالي 1.3×10^{-5} M) أقل من ذوبانية Ag_2CrO_4 (حوالي 6.5×10^{-5} M). لذلك يترسب الكلوريد كله أولاً، ولا يبدأ تكوّن كرومات الفضة الحمراء إلا بعد استهلاك الكلوريد تقريباً.



شكل 1: تغير لون المحلول في طريقة مور

طريقة العمل

1. حضّر محلول 0.05 N من نترات الفضة، ثم عايره مع محلول قياشي، لأن نترات الفضة لا تُعدّ قياسية أولية (تُختزل بالضوء: $Ag^{+} \rightarrow Ag^{0}$).

$$N = (wt / eq.wt) \times (1000 / V\ ml) \rightarrow 0.05 = (wt / 169) \times (1000 / 50) \rightarrow wt = 0.42\ g$$

2. انقل 5 ml من محلول أيون الكلورايد المطلوب إيجاد تركيزه إلى الدورق المخروطي.
3. أضف قطرتين من دليل كرومات البوتاسيوم، فيصبح المحلول أصفر اللون.
4. أضف نترات الفضة من السحاحة قطرة قطرة مع الرج، فيتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة. استمر حتى يتكون راسب أحمر اللون من كرومات الفضة.
5. **جد الخطأ التسحيحي (البلانك):** انقل 5 ml من الماء المقطر إلى دورق مخروطي وأضف قطرتين من الدليل (محلول البلانك يحتوي جميع مكونات العينة ما عدا المادة المراد تقديرها).
6. أضف نترات الفضة من السحاحة قطرة قطرة إلى محلول البلانك حتى يتكون الراسب الأحمر، وسجّل الحجم.

الخطأ التسحيحي

هو الفرق بين نقطة التكافؤ ونقطة انتهاء التفاعل، ويجب أن يكون أصغر ما يمكن. في طريقة مور نحتاج كمية صغيرة زائدة من Ag^{+} ليظهر اللون الأحمر بوضوح، وتجربة البلانك تقيس هذه الزيادة لنطرحها.

شروط مهمة (إضافة من المراجع)

- يجب أن يكون pH المحلول بين حوالي 6.5 و10. في الوسط الحامضي يتحول الكرومات إلى ثنائي الكرومات فلا يظهر الراسب الأحمر في وقته، وفي الوسط القاعدي القوي يترسب Ag_2O البني.
- لا تصلح الطريقة لتقدير اليوديد، لأن AgI يمتز الكرومات بقوة.

الحسابات

$$N \times V(AgNO_3) = N \times V(Cl^{-})$$

$$0.05 \times (V - V(blank)) = N(Cl^{-}) \times 5$$

$$\text{Conc. of } Cl^{-}\ (g/L) = N \times eq.wt(Cl^{-}) = N \times 35.45$$

مثال محلول

نزل 10.4 ml لتسحيح العينة و0.2 ml للبلانك:

$$N(Cl^{-}) = 0.05 \times (10.4 - 0.2) / 5 = 0.102\ N$$

$$\text{Conc.} = 0.102 \times 35.45 = 3.62\ g/L\ Cl^{-} \quad (\text{as NaCl: } 0.102 \times 58.44 = 5.96\ g/L)$$

أسئلة تطبيقية مع الإجابة

س1: ما وظيفة K_2CrO_4 في طريقة مور؟

دليل يكوّن مع أول زيادة من Ag^+ راسباً أحمر من Ag_2CrO_4، فيحدد نقطة انتهاء التفاعل.

س2: لماذا نُجري تجربة البلانك؟

لقياس حجم نترات الفضة اللازم لإظهار اللون الأحمر بغياب الكلوريد، ثم طرحه من الحجم الكلي لتصحيح الخطأ التسحيحي.

س3: ماذا يحدث لو أُجري التسحيح في وسط حامضي قوي؟

يتحول CrO_4^{2-} إلى $Cr_2O_7^{2-}$ فيقل تركيز الكرومات، ويتأخر ظهور الراسب الأحمر فيزداد الحجم النازل وتكون النتيجة أعلى من الحقيقية.

مصدر المحتوى: ملزمة التحليل الحجمي العملي، المرحلة الأولى، إعداد م. آلاء عبد الواحد جاسم (التجربة الرابعة: تقدير أيون الكلورايد بطريقة مور). وُزنت معادلة كرومات الفضة، وأُضيفت شروط الـ pH وتعليل ترتيب الترسيب والمثال والأسئلة.