

Десятый класс

Хлор является одним из основных продуктов химического производства. Основными источниками его получения являются минералы: галит, сильвин, сильвинит и карналлит.

Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование

1. Предложите методику количественного определения хлорид ионов.
2. Приведите химические формулы перечисленных выше минералов.
3. Объясните, в каком диапазоне значений рН возможно проводить титрование.
4. Какие катионы и анионы будут мешать определению хлорид ионов и почему?
5. Определите процентное содержание хлорид ионов в выданном образце.

Реактивы: 0,02 М NaCl, ~0,02 М AgNO₃, K₂CrO₄ (насыщенный раствор).

Оборудование: мерная колба на 100 мл, бюретка на 25 мл, пипетка Мора на 10 мл, воронки для заполнения бюретки и я навески, колбы для титрования на 100 мл (1-2 шт.)

Решение

I. Методика определения

1. Установление концентрации AgNO₃

10 мл 0,02 М раствора NaCl перенесите в колбу для титрования, прилейте 2 капли насыщенного раствора K₂CrO₄ и осторожно, по каплям, титруйте раствором AgNO₃ при перемешивании. Добейтесь, чтобы переход чисто желтой окраски раствора в красноватую произошел от одной избыточной капли AgNO₃. Титрование повторяют 2-3 раза.

$$C_{AgNO_3} = \frac{V_{NaCl} C_{NaCl}}{V_{AgNO_3}} \text{ (моль/л)}$$

Для повышения точности титрования проводят холостой опыт. Для этого в колбу для титрования переносят 10 мл дистиллированной воды, добавляют 2 капли насыщенного раствора K₂CrO₄ и титруют раствором AgNO₃ до тех пор, пока не появится не исчезающее красное окрашивание раствора, сходное с окраской, которую принял титруемый раствор определяемого вещества или NaCl в конце титрования. Найденную поправку на насыщенный раствор хромата калия (V'_{AgNO_3}) вычитают из объема стандартного раствора AgNO₃, пошедшего на титрование хлорид ионов (V_{AgNO_3}).

$$C_{AgNO_3} = \frac{V_{NaCl} C_{NaCl}}{V_{AgNO_3} - V'_{AgNO_3}} \text{ (моль/л)}$$

2. Определение содержания хлорид ионов в образце по методу Мора

Навеску образца, содержащего хлорид ионы, количественно переносят в мерную колбу, вместимостью 100 мл, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Аликвотную часть раствора объемом 10 мл переносят в колбу для титрования, добавляют 2 капли насыщенного раствора K₂CrO₄ и титруют раствором AgNO₃ до изменения окраски раствора от желтой до не исчезающей красной. Титрование проводят 2-3 раза.

Расчет содержания хлорид ионов проводят по формуле:

$$\omega\%(Cl^-) = \frac{C_{AgNO_3} V_{AgNO_3} M_r(Cl^-)}{1000} \cdot \frac{V_k}{V_n} \cdot \frac{a}{100}$$

C_{AgNO_3} – концентрация раствора $AgNO_3$, моль/л;

V_{AgNO_3} – объем раствора $AgNO_3$, пошедшего на титрование, мл

$M_r(Cl^-)$ – относительная молекулярная масса Cl^- , 35,5 г/моль;

V_k – объем колбы, 100 мл;

V_n – объем пипетки, 10 мл;

a – навеска образца, г.

II. Ответы на теоретические вопросы

1. Химические формулы минералов: галит $NaCl$, сильвин KCl , сильвинит $nKCl \cdot mNaCl$ с примесями солей Mg , Ca и др., карналлит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$.
2. Титрование проводят в диапазоне $pH = 7 \div 10$. В кислой среде осадок Ag_2CrO_4 переходит в $Ag_2Cr_2O_7$ и растворяется. В сильнощелочных растворах образуется Ag_2O .
3. Мешают ионы: NH_4^+ – образует с ионами Ag^+ аммиачный комплексный ион $[Ag(NH_3)_2]^+$; Ba^{2+} , Si^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} и др., образующие осадки с K_2CrO_4 ; S^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$ и др., образующие с ионами Ag^+ малорастворимые соединения.