

**Экспериментальная работа заключительного тура олимпиады
по химии 2023/24 уч. г.
9 и 10 классы**

Перманганатометрическое определение содержания нитрита

Перманганат калия (KMnO_4) в кислой среде является сильным окислителем, который применяют во многих окислительно-восстановительных титрованиях. Преимуществом KMnO_4 как титранта является его интенсивная окраска, из-за чего не нужно применять индикатор. KMnO_4 не обладает свойствами основного вещества, поэтому его точную концентрацию нужно определять титрованием с помощью основного вещества (например щавелевой кислоты – $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Определение нитрит-иона методом перманганатометрического обратного титрования

Описание метода

Нитрит-ионы (NO_2^-) окисляются под действием KMnO_4 до нитрат-ионов (NO_3^-). Прямое определение NO_2^- титрованием с помощью KMnO_4 является неточным. Поэтому анализ проводят следующим образом. Сначала содержащиеся в растворе ионы NO_2^- окисляют избытком KMnO_4 . Затем прибавляют раствор щавелевой кислоты в избытке. Избыток щавелевой кислоты определяют титрованием раствором KMnO_4 .

Ход работы

Для анализа пробы отпипетируйте в 200 см³ колбу Эрленмайера 25,00 см³ раствора перманганата калия и прибавьте примерно 15 см³ разбавленной (1:4) серной кислоты (для этого используйте мерный цилиндр на 100 см³). В полученный раствор отпипетируйте 10,00 см³ анализируемого раствора. Колбу закройте пробкой и дайте постоять 10–15 минут до полного окисления нитрит-ионов.

Прибавьте в колбу 25,00 см³ 0,02000 М раствора щавелевой кислоты. Тщательно перемешайте, осторожно взбалтывая (избегайте расплескивания раствора из колбы) и оттитруйте избыток щавелевой кислоты раствором перманганата калия до появления устойчивой розовой окраски. Данная реакция протекает довольно медленно и в конечной точке титрования светло-розовая окраска раствора должна сохраняться в течение нескольких минут.

Титрование повторяют до получения трех совпадающих результатов.

Внимание:

1. Из-за интенсивной окраски раствора KMnO_4 затруднительно считывать уровень раствора по нижнему уровню мениска бюретки. Считывайте уровень раствора по верхнему уровню мениска!
2. После заполнения бюретки снимите с нее воронку!
3. Продумайте внимательно, какую стеклянную посуду в ходе работы надо ополаскивать дистиллированной водой, и какую - следующим раствором.
4. Халат и защитные очки нужно носить все время, в течение которого вы находитесь в лаборатории!
5. Ответ нужно дать с точностью **до четырех значащих цифр**.

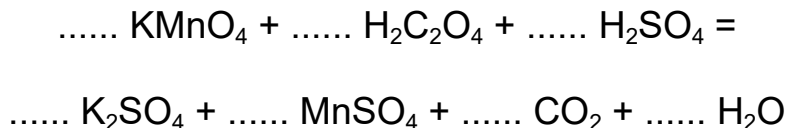
Для определения точной концентрации раствора KMnO_4 отпипетировали $25,00 \text{ см}^3$ $0,02000 \text{ моль/дм}^3$ раствора щавелевой кислоты в 100 см^3 химический стакан и прибавили $7\text{--}10 \text{ см}^3$ разбавленной 1:4 серной кислоты. Горячий раствор оттитровывали раствором перманганата до появления устойчивой бледно-розовой окраски. На три совпадающих по результату титрования ушло в среднем $18,18 \text{ см}^3$.

1. Рассчитай концентрацию раствора KMnO_4 в моль/дм^3 .

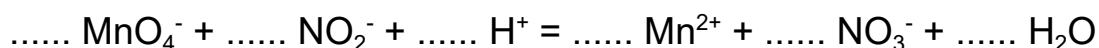
$c(\text{KMnO}_4) = \dots\dots\dots \text{моль/дм}^3$

2. Средний объем раствора KMnO_4 , израсходованного на титрование анализируемого раствора (см^3). (Здесь приведите только число миллилитров, израсходованное из бюретки; прибавленные пипеткой 25 см^3 здесь не записывайте.):

3. Расставь коэффициенты в уравнении реакции, проходившей при определении концентрации KMnO_4 :



4. Расставь коэффициенты в уравнении реакции взаимодействия KMnO_4 и ионов NO_2^- :



5. Содержание нитрит-ионов в анализируемой пробе (моль/л):

6. Почему прямое титрование ионов NO_2^- перманганатом калия является неточным? Напишите уравнение реакции, мешающее титрованию, и при необходимости поясните: