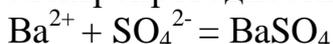


## Лабораторная работа №5.

### Определение содержания сульфатов и хлоридов в природных и сточных водах

**Цель:** освоить метод определения содержания сульфат-иона в водных растворах методом кондуктометрического титрования; приобрести навыки работы с кондуктометром.

Сущность метода. Метод определения сульфат-иона основан на измерении электропроводности раствора в процессе реакции осаждения:



Точка эквивалентности фиксируется по резкому изменению электропроводности раствора.

#### **Оборудование, посуда, реактивы:**

кондуктометр с измерительным датчиком;

магнитная мешалка со стержнем;

бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup>;

стакан вместимостью 150 мл;

пипетки мерные вместимостью 25, 50 см<sup>3</sup>;

0,001 н. стандартный раствор сульфата натрия;

0,005 н. стандартный раствор ацетата бария (растворитель – 30%-раствор этилового спирта).

#### **Ход работы.**

1. Стандартизация раствора ацетата бария. В стакан для титрования переносят пипеткой 25 см<sup>3</sup> исследуемого раствора сульфата натрия. Измерительный датчик погружают в исследуемый раствор и добавляют дистиллированной воды, таким образом, чтобы отверстия на защитном корпусе датчика находились в растворе. Измеряют исходную электропроводность раствора. Бюретку с ацетатом бария устанавливают над стаканом и приступают к титрованию. Приливают 0,5 см<sup>3</sup> титранта и перемешивают с помощью магнитной мешалки. Затем измеряют электропроводность и результаты заносят в таблицу 1:

Таблица 1

Объем раствора сульфата натрия, мл	V <sub>ац</sub> , мл	Удельная электропроводность, к		
		1	2	среднее

Дальнейшее титрование продолжают таким же образом. Сначала электропроводность должна уменьшаться, затем после достижения точки эквивалентности – увеличиваться. После достижения точки эквивалентности титрование продолжают до тех пор, пока будет происходить заметное увеличение электропроводности в течение 4-5 измерений. Затем титрование прекращают, измерительный датчик промывают дистиллированной водой. Титрование повторяют дважды.

### 2. Определение содержания сульфат-ионов в водопроводной воде.

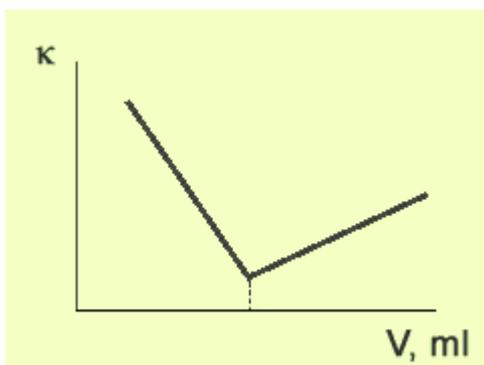
В стакан для титрования переносят пипеткой 50 см<sup>3</sup> водопроводной воды, погружают измерительный датчик, измеряют исходную электропроводность раствора. Бюретку с ацетатом бария устанавливают над стаканом и приступают к титрованию аналогично п.1. Результаты заносят в таблицу 2:

Таблица 2

Объем водопроводной воды, мл	V <sub>ац</sub> , мл	Удельная электропроводность, к		
		1	2	среднее

### 3. Обработка результатов анализа.

3.1. Расчет концентрации раствора ацетата бария. Построить кривую кондуктометрического титрования в координатах удельная электропроводность к – V<sub>ац</sub>. На оси ординат – среднее значение электропроводности. На оси абсцисс – объем добавляемого ацетата бария. Для нахождения объема титранта в точке эквивалентности следует продлить линейные участки кривой до пересечений и определить объем, израсходованный на титрование сульфата натрия.



Концентрацию раствора ацетата бария рассчитывают по уравнению титриметрии:

$$c_{\text{ац}} = (V(\text{Na}_2\text{SO}_4) * c(\text{Na}_2\text{SO}_4) / V_{\text{ац}}(\text{ТЭ})),$$

где  $V(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  – объем сульфата натрия, взятого для титрования, мл

$c(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  – концентрация стандартного раствора сульфата натрия, моль/л.

3.2. Аналогично п.3.1 находят объем титранта в точке эквивалентности.

Расчет концентрации сульфат-ионов проводят по уравнению титриметрии:

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = V_{\text{ац}} * c_{\text{ац}} / V_{\text{воды}},$$

где  $V_{\text{ац}}$  – объем раствора ацетата бария, израсходованного для достижения эквивалентной точки, мл

$c_{\text{ац}}$  – концентрация раствора ацетата бария, моль/л.

$V_{\text{воды}}$  – объем водопроводной воды, взятой для титрования, мл.

Расчет содержания сульфат-ионов в 1 л воды:

$$m(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{SO}_4^{2-}) * M_{\text{эк}}(\text{SO}_4^{2-}) * 1000, \text{ мг/л.}$$

Сделать общий вывод по работе о выполнении поставленных задач.

### Контрольные вопросы:

1. Объясните причины изменения электропроводности в ходе титрования.
2. Назовите достоинства и недостатки метода кондуктометрического титрования.
3. Назовите область применения кондуктометрии.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИД - ИОНОВ

Концентрация хлоридов в водоемах - источниках водоснабжения допускается до 350 мг/л.

В поверхностных водах количество хлоридов зависит от характера пород, слагающих бассейны, и варьирует в значительных пределах - от десятых долей до 1000 миллиграммов на литр. Концентрация хлоридов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям, коррелирующим с изменением общей минерализации воды. Первичными источниками хлоридов являются магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы и соленосные отложения. Значительные количества хлоридов поступают в воду в результате обмена с океаном через атмосферу, взаимодействия атмосферных осадков с почвами. Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Принцип метода. Хлориды определяют титрованием пробы анализируемой воды нитратом серебра в присутствии хромата калия как индикатора. Нитрат серебра дает с хлорид - ионами белый осадок, а с хроматом калия - кирпично-красный осадок хромата серебра. Из образовавшихся осадков меньшей растворимостью обладает хлорид серебра. Поэтому, лишь после того, как хлорид - ионы будут связаны, начинается образование красного хромата серебра. Появление оранжево-бурой окраски свидетельствует о конце реакции. Титрование можно проводить в нейтральной или слабо-щелочной среде. Если рН исследуемой пробы меньше 7, анализируемую воду нейтрализуют 0,01 М раствором гидрокарбоната натрия, а если больше - 0,01 М раствором серной кислоты. Контроль за рН ведут с помощью универсальной лакмусовой бумажки.

Оборудование, реактивы и их приготовление.

1. Установка для объемного титрования.
2. 10% раствор  $K_2CrO_4$  - 10 г реактива растворяют в 90 мл воды.
3. Раствор нитрата серебра  $C_3(AgNO_3) = 0,01$  моль/л. Отвешивают на весах 1,7 г нитрата серебра, растворяют в 1 литре воды и добавляют ) 0,5 мл концентрированной азотной кислоты.

Ход работы.

1. Пробу объемом 50 мл помещают в коническую колбу для титрования (как и при выполнении всех титриметрических методик, рекомендуется титрование каждой пробы проводить три раза).

2. Прибавляют 1 мл 10% раствора  $K_2SO_4$  и титруют раствором нитрата серебра  $C_3(AgNO_3) = 0,01$  моль/л, до перехода желтой окраски раствора в оранжево-бурую.

3. Вычисление результатов анализа проводят по формуле:

$$C_{Cl^-} \text{ мг/л} = V(AgNO_3) C_3(AgNO_3) M_3(Cl) 1000 / V_{пр}.$$

Где  $M_3(Cl)$  - молярная масса эквивалента хлора, равная 35,5 г/моль,

$V(AgNO_3)$  - объем раствора нитрата серебра, пошедший на титрование, мл,

$V_{пр}$  - объем пробы воды, взятой для титрования, мл

Результаты анализа внесите в таблицу:

№ анализа	Объем воды для анализа, мл.	объем раствора нитрата серебра, пошедшего на титрование, мл.	$V_{ср.}(AgNO_3)$ , мл.	$C_{ср}$ , мг/л
1	50			
2	50			
3	50			