**Сравнительный анализ определения ионов железа в воде**

**Тарасюк Яна**

Научный руководитель - Ю.П. Пережегина, учитель химии

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**«Средняя общеобразовательная школа №2»**

**Российская федерация, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра,**

**город Ханты-Мансийск**

**Актуальность и новизна**

Избыточное содержание железа опасно для здоровья человека. Но как определить концентрацию ионов Fe3+ жителям города Ханты – Мансийска и других населённых пунктов, не прибегая к помощи специализированных лабораторий и станций обезжелезивания? Заинтересовавшись данным вопросом, я решила изучить методики определения ионов Fe3+ в воде и выбрать из них наиболее приемлемую для жителей населенных пунктов.

**Цель:** комплексное сравнение методик определения концентрации ионов Fe3+ из различных источников на территории города Ханты - Мансийска при помощи тиоционат - иона и танина.

**Объект исследования**: речная и водопроводная вода.

**Предмет исследования:** концентракция Fe3+ в воде.

**Гипотеза:** верно ли, что определение концентрации ионов железа в воде с помощью танина, содержащегося в отваре дуба, является наиболее эффективным и доступным методом для большинства жителей Ханты – Мансийска.

**Задачи:**

1. Изучить теоретические материалы о применении качественных реакций на ионы Fe3+ для определения его содержания в воде;
2. Составить колориметрическую шкалу для определения концентрации ионов Fe3+ с помощью тиоционат – иона;
3. Провести сравнительный анализ методик определения концентрации ионов Fe3+  в воде при помощи NCS- иона и танина;
4. Разработать оптимальную экспресс – методику по определению концентрации ионов Fe3+ в воде;
5. Составить рекомендации по употреблению воды из различных источников на территории города Ханты – Мансийска в качестве питья.

**Глава 1**

**Определение содержания ионов Fe3+  в воде с помощью различных реактивов**

В водном растворе ионы железа находятся в гидратированной форме в виде комплексной частицы с лигандами – молекулами воды.

Fe3+ + 6H2O 🡪 Fe(H2O)6 3+

Лучшим реактивом на ионы Fe3+ является органическое вщество феррон (7-йодо-8-оксихинолин-5-сульфоновая кислота). Это самый чувствительный реагент на ионы Fe3+ .

Само вещество желтого цвета. При малых количествах Fe3+ становится зелёным. Реактив имеет максимальную чувствительность при рН=2,6.

Феррон, к сожалению, мало доступен для школьных лабораторий, поэтому в нашей работе мы остановились на других качественных реакциях.

В методической литературе чаще всего определяют железо по качественной реакции с тиоцианат-ионами:

Fe3+ + 3NCS-🡪 Fe(NCS)3

Тиоцианат-ионы,как более сильные лиганды, вытесняют молекулы воды.

Fe(H2O)6 3+ + NCS-🡪 Fe(NCS)( H2O)62+ + H2O

Далее незначительное присутствие ионов железа в воде приводит к образованию ярко окрашенного комплекса Fe(NCS) ( H2O)62+ . Таким образом, концентрацию ионов Fe3+ можно определить по цвету воды.

В дополнительной литературе (Ивченко Л,А,, Макареня А.А.) приводятся следующие данные:

Таблица № 1

|  |  |
| --- | --- |
| Концентрация Fe3+ , мг/л | Окраска раствора |
| 100 | Буро-красная |
| 10 | Тёмно-красная |
| 1 | Розовая |
| 0,5 | Светло-розовая |
| 0,1 | Отсутствует |

Подобные данные можно считать условными, так как они не отражают весь спектр концентрации Fe3+ и не дают видимого графического изменения окраски.

Второй метод определения концентрации Fe3+ в воде редко применяется в лабораториях и промышленности, хотя ещё в средние века было известно, что сок чернильных орешков изменяет окраску соединений железа. В средние века к соку из галлов добавляли железный купорос или другие соли железа. На воздухе полученный раствор приобретал глубокий чёрно-фиолетовый цвет. Поэтому сок чернильных орешков длительное время использовался для получения чернил. Чернила эти очень устойчивы. Связано это с органическим веществом танином.

Танин, или галлодубильная кислота, получается из чернильных орешков (Gallae turcicae), наростов на молодых побегах малоазиатского дуба или отечественных растений – сумаха (Rhus coriaria L.). В нашей стране танин можно получить при длительном кипячении коры дуба или галловых наростов на его листьях.

С солями железа танин образует комплексные соединения сине-фиолетового цвета. Чувствительность реакции 10-4 г/л, т. е. окраска пробы меняется уже при концентрации Fe3+, равной 0,1мг/л.

**Глава 2**

**Методика лабораторных работ**

**2.1. Методика определения концентрации ионов Fe3+ с помощью тиоцианат-иона**

Последовательным разбавлением концентрированного раствора хлорида железа готовят образцы, содержащие 50 мг/л, 30 мг водопроводная вода в северной части города, 20 мг/л, 10 мг/л ионов Fe3+ в воде.

В полученные образцы объёмом 10 мл добавляется концентрированная азотная кислота в объёме 1 мл для предотвращения гидролиза солей железа. Через 5 часов в каждую пробу добавляется по 2 мл 20% раствора тиоцианата железа (III). Экспериментальные образцы приобретают различную окраску. Затем по полученным результатам составляется колориметрическая шкала (Приложение №).

**2.2. Методика определения концентрации ионов Fe3+ с помощью раствора танина**

Методика проведения этого анализа основывается на оптических свойствах раствора: чем сильнее свет поглощается раствором, тем выше концентрация поглощенного вещества.

Эта зависимость выражается формулой: D = kcl, где D – оптическое поглощение (измеряется в лабораториях прибором фотометром), k – коэффициент поглощения, с – концентрация вещества, l – длина пути (в сантиметрах), которую прошёл свет в растворе.

Для окрашенных соединений, которые танин образует с солями железа, коэффициент k равен 4000. Оптическое поглощение, при котором глаз человека способен заметить окраску этого раствора, равно 0,1. Отсюда концентрация вещества:

с = D/kl.

Для проведения эксперимента готовят концентрированный отвар коры дуба. Для этого 3 столовые ложки коры дуба заливают кипячёной водой и кипятят 30 минут на водяной бане (Приложение №).

Высота образцов жидкости в мерном цилиндре должна быть 2,5 см. Свет проходит слой дважды: сначала вниз, а потом, отразившись от дна, вверх – значит, всего он проходит

5 см.

**Глава 3**

**Результаты экспериментов**

**Опыт №1. Определение концентрации ионов Fe3+ с помощью тиоцианат-иона**

**Цель:** используя графический вариант колориметрической шкалы определить концентрацию ионов Fe3+ в различных водных источниках города Ханты – Мансийска.

**Оборудование и материалы:** мерный цилиндр, бюретка, стеклянные палочки, хлорид железа, дистиллированная вода, тиоцианат калия, концентрированная азотная кислота.

**Ход работы.** Используя указанную методику, мы провели необходимые реакции для 4 образцов воды в окрестностях города Ханты – Мансийска:

образец № 1 - вода реки Иртыш (район ЗАО «Юграсудокомплект»);

образец № 2 - вода из колонки (район улицы Лермонтова);

образец №3- водопроводная вода в МОУ «СОШ № 2 (район Самарово);

образец № 4 – вода из колонки в северной части города Ханты – Мансийска.

Пользуясь колориметрической шкалой, мы определили следующую концентрацию ионов железа в этих образцах воды:

Таблица 1

**Концентрация ионов Fe3+ в образцах воды**

|  |  |
| --- | --- |
| Пробы воды | Концентрация (С), мг/л |
| образец № 1 - вода реки Иртыш (район расположения ОАО «Юграсудокомплект») |  |
| образец № 2 - вода из колонки (район улицы Лермонтова) |  |
| образец №3- водопроводная вода в МОУ «СОШ № 2(район Самарово) |  |
| образец № 4 – вода из колонки в северной части города Ханты – Мансийска |  |

**Опыт №2. Определения концентрации ионов Fe3+ с помощью раствора танина**

**Цель:** определить концентрацию ионов Fe3+ в различных источниках с помощью раствора танина на основании его оптических свойств.

**Оборудование и материалы:** мерный цилиндр, бюретка, стеклянные палочки, дистиллированная вода, отвар дуба.

**Ход работы.** Используя указанную методику, мы провели необходимые реакции для 4 образцов воды в окрестностях города Ханты – Мансийска:

образец № 1 - вода реки Иртыш (район расположения ОАО «Юграсудокомплект»);

образец № 2 - вода из колонки (район улицы Лермонтова);

образец №3- водопроводная вода в МОУ «СОШ № 2(район Самарово);

образец № 4 – вода из колонки в северной части города Ханты – Мансийска.

В каждый образец воды мы добавляли по 1 мл отвара коры дуба. Полученный раствор разбавляли до тех пор, пока окраска не становилась прозрачной, а затем измеряли высоту столбика для каждого образца и получили следующие результаты:

Таблица 2

**Результаты измерений высоты столбика**

|  |  |
| --- | --- |
| Пробы воды | Высота столбика |
| Образец № 1 - вода реки Иртыш (район расположения ОАО «Юграсудокомплект») | В 2, 8 |
| Образец № 2 - вода из колонки (район улицы Лермонтова) | В 3 |
| Образец №3- водопроводная вода в МОУ «СОШ № 2(район Самарово) | В 2,5 |
| Образец № 4 – вода из колонки в северной части города Ханты – Мансийска | В 3,1 |

Подставляя эти данные в формулу (с = D/kl), мы получили:

Таблица 3

**Концентрация ионов Fe3+ в образцах воды**

|  |  |
| --- | --- |
| Образцы воды | Концентрация (С), мг/л |
| Образец № 1 - вода реки Иртыш (район расположения ОАО «Юграсудокомплект») | В 2, 8 |
| Образец № 2 - вода из колонки (район улицы Лермонтова) | В 3 |
| Образец №3- водопроводная вода в МОУ «СОШ № 2(район Самарово) | В 2,5 |
| Образец № 4 – вода из колонки в северной части города Ханты – Мансийска | В 3,1 |

На основе таблицы построили диаграмму:

**Заключение**

1. Мы составили колориметрическую шкалу для определения концентрации ионов Fe3+ с помощью тиационат – иона.
2. Провели сравнительный анализ методик определения концентрации ионов Fe3+  в воде при помощи тиоцианат - иона и танина и выяснили следующее:

* танин, выделенный из отвара коры дуба, реагирует с ионами Fe3+ гораздо эффективнее, чем тиоционат – ион.
* танин, содержащийся в коре дуба, доступнее для использования его в домашних условиях для определению Fe3+ в воде.

Мы также провели опрос: «Часто ли ощущается привкус железа в водопроводной воде, которую Вы используете для питья?», в котором участвовали 50 жителей города Ханты-Мансийска.

Результаты опроса показали, что водопроводная вода, используемая в качестве питьевой:

1. Достаточно чистая – 31%.
2. Не всегда прозрачная и ощущается привкус железа в ней– 25%.
3. Является чистой, но иногда меняет цвет и тогда появляется привкус железа – 44%.

Результаты своей работы мы использовали в беседе с опрошенными, где были даны следующие рекомендация:

Необходимо следить за содержанием ионов Fe3+ , используя оптимальную экспресс – методику по определению концентрации ионов Fe3+ в воде с помощью танина коры дуба.

На основе рекомендаций составили листовку «Железная» ли вода, которую Вы пьёте? Как определить это?».