

УДК 543.554.4

## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ТИТРАНТА НА ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ ИОДИДОВ

**Ершакова Людмила Витальевна**, студент, специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: ershakova\_lv@mail.ru

Научный руководитель: **Сальникова Елена Владимировна**, доктор биологических наук, кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: salnikova\_ev@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена методу количественного анализа – потенциометрическому титрованию иодидов, с целью выявления оптимальной методики титрования. Актуальность данного исследования обуславливается большим количеством объектов анализа, вызванного иоддефицитом во многих регионах России. В статье дается краткое объяснение сущности потенциометрического титрования. Также в работе представлены результаты сравнения измерительной ошибки потенциометрического титрования иодидов методом осаждения и окислительно-восстановительным методом, проведенным двумя различными титрантами: наименьшую ошибку измерения дает потенциометрическое титрование иодидов методом осаждения. Статья может быть полезна при выборе методики для проведения экспресс-анализа на содержание иодидов в отсутствие необходимого индикатора или невозможности его применения.

**Ключевые слова:** потенциометрическое титрование, иодиды, электрохимический анализ, окислительно-восстановительное титрование, осадительное титрование, определение точки эквивалентности.

**Для цитирования:** Ершакова Л. В. Влияние химической природы титранта на потенциометрическое титрование иодидов // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С. 15–19.

## EFFECT OF THE CHEMICAL NATURE OF THE TITRANT ON THE POTENTIOMETRIC TITRATION OF IODIDES

**Ershakova Ludmila Vitalievna**, student, specialty 04.05.01 Fundamental and Applied Chemistry, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: ershakova\_lv@mail.ru

Research advisor: **Salnikova Elena Vladimirovna**, Doctor of Biological Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: salnikova\_ev@mail.ru

**Abstract.** This article is devoted to the method of quantitative analysis - potentiometric titration of iodides, in order to identify the optimal titration technique. The relevance of this study is due to the large number of objects of analysis caused by iodine deficiency in many regions of Russia. The article provides a brief explanation of the essence of potentiometric titration. The paper also presents the results of a comparison of the measurement error of the potentiometric titration of iodides by the precipitation method and the redox method carried out by two different titrants: the smallest measurement error is obtained by the potentiometric titration of iodides by the precipitation method. The article can be useful when choosing a method for conducting an express analysis for the content of iodides in the absence of the necessary indicator or the impossibility of its use.

**Key words:** potentiometric titration, iodides, electrochemical analysis, redox titration, precipitation titration, determination of the equivalence point.

**Cite as:** Ershakova, L. V. (2021) [Effect of the chemical nature of the titrant on the potentiometric titration of iodides]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 15–19.

Иод – один из жизненно важных элементов для организма человека, прежде всего он необходим для регуляции обмена веществ и правильного функци-

онирования щитовидной железы. Физиологическая потребность для взрослого человека 150 мкг/сутки, а для детей – от 50 до 120 мкг/сутки. В условиях

дефицита йода повышается риск развития целого ряда нарушений правильной работы в организме человека, объединенных термином – йоддефицитные заболевания [3].

Для Оренбургской области проблема нехватки йода чрезвычайно актуальна не смотря на то, что, по данным управления Роспотребнадзора, за 2016 год на территории области 43 предприятия выпускают пищевую продукцию, обогащенную йодом<sup>1</sup>.

Для проведения оценки степени дефицита йода и планирования мер реагирования на результаты данного мероприятия необходимо выявить простые, недорогие, обладающие высокой чувствительностью методы анализа на содержание йода в продуктах питания, биологических жидкостях, лекарственных препаратах и других объектах окружающей среды [7].

Перечисленным требованиям соответствует электрохимический метод количественного анализа – потенциометрическое титрование, в основе которого лежит регистрация конечной точки титрования по изменению потенциала индикаторного электрода в зависимости от количества прибавляемого титранта. В связи с отсутствием необходимости присутствия индикатора, возможности проведения определения в мутных и окрашенных средах, а также возможности определения нескольких веществ в одном растворе без предварительного раз-

деления, потенциометрическое титрование широко используется в лабораторной практике [4].

Отмеченные выше достоинства, а также необходимость поиска наилучшей методики потенциометрического титрования, т.е. показывающей наименьшую погрешность измерения, обуславливает актуальность работ в данном направлении.

Целью работы является поиск оптимальной методики потенциометрического титрования йодидов.

В данной статье был произведен анализ потенциометрического титрования двух растворов йодида калия с разной концентрацией двумя методами: окислительно-восстановительным титрованием, произведенным двумя титрантами: гипохлоритом натрия и перманганатом калия, и осадительным.

В качестве объекта исследования использовались растворы йодида калия с концентрациями 0,1000 моль/л и 0,0500 моль/л, приготовленные по точной навеске.

Используя методику потенциометрического титрования йодидов окислительно-восстановительным титрованием раствором перманганата калия, была получена серия значений ЭДС, по которой были рассчитаны средние значения потенциалов, их первые и вторые производные [6].

На рисунке 1 видны резкие скачки ЭДС, обусловленные достижением точек эквивалентности.

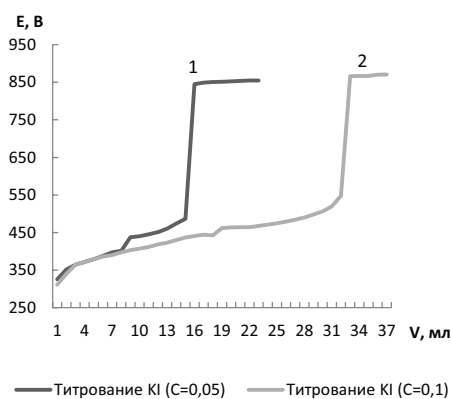


Рисунок 1. Кривая титрования растворов KI раствором  $KMnO_4$

Источник: разработано автором

Для графического определения точек эквивалентности используем дифференциальный метод. Результаты расчета представлены в виде графических зависимостей на рисунках 2 и 3.

Сравнение точек эквивалентности, полученных с помощью графиков и рассчитанных по закону эквивалентов, показало, что данный метод потен-

циометрического определения йодидов позволяет получить достоверные результаты с ошибкой определения не более 3,5%. Для уменьшения ошибки определения требуется провести повторное титрование с более узкими интервалами вблизи точки эквивалентности.

<sup>1</sup> Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области. Профилактика йоддефицитных заболеваний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://56.rospotrebnadzor.ru/profilaktika-joddeficitnyix-zabolevanij.html> (дата обращения: 10.03.2021).

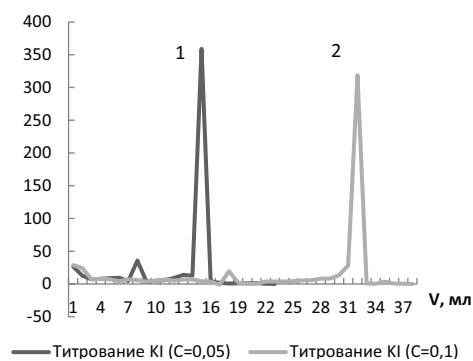


Рисунок 2. Дифференциальная кривая первого порядка для титрования растворов KI раствором  $\text{KMnO}_4$   
 Источник: разработано автором

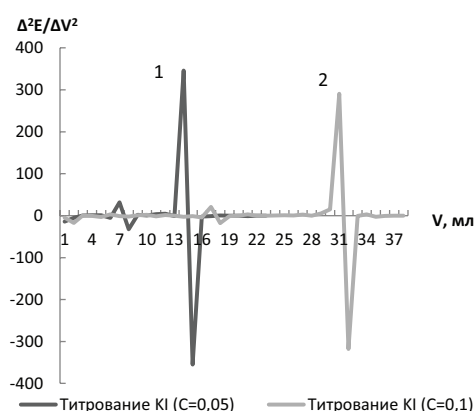


Рисунок 3. Дифференциальная кривая второго порядка для растворов KI раствором  $\text{KMnO}_4$   
 Источник: разработано автором

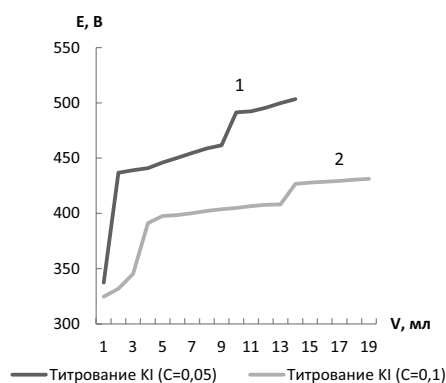
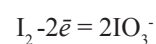
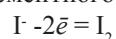


Рисунок 4. Кривая титрования растворов KI раствором  $\text{NaClO}$   
 Источник: разработано автором

Средняя ошибка установления результата не превышает 4,6%.

В случае потенциометрического титрования окислительно-восстановительным методом наблюдается второй скачок титрования, обусловленный окислением элементарного иода до иодата:



Следовательно, с помощью данного метода появляется возможность определить не только иодид-ион, но и элементарный иод. Расширяется область применения потенциометрического окислительно-восстановительного метода.

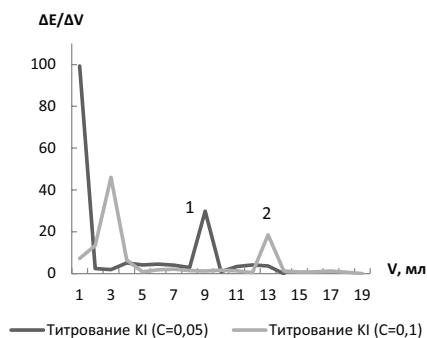


Рисунок 5. Дифференциальная кривая первого порядка для титрования *растворов KI раствором NaClO*  
 Источник: разработано автором

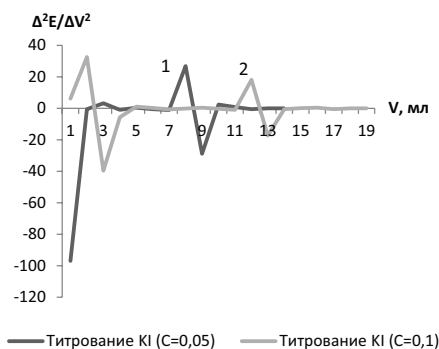


Рисунок 6. Дифференциальная кривая второго порядка для титрования *растворов KI раствором NaClO*  
 Источник: разработано автором

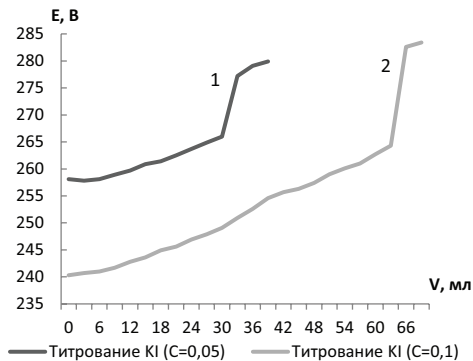


Рисунок 7. Кривая титрования *растворов KI раствором AgNO<sub>3</sub>*  
 Источник: разработано автором

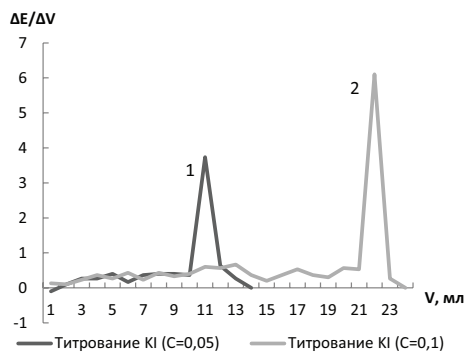


Рисунок 8. Дифференциальная кривая первого порядка для титрования *растворов KI раствором AgNO<sub>3</sub>*  
 Источник: разработано автором



Рисунок 9. Дифференциальная кривая второго порядка для титрования *растворов KI раствором AgNO<sub>3</sub>*  
Источник: разработано автором

В случае осадительного титрования на рисунках 8 и 9 наблюдается только один скачок ЭДС, из-за которого данный метод можно использовать только для определения иодидов. Средняя ошибка титрования данным методом не более 1,4%.

Также в случае анализа методом осадительного

титрования может мешать наличие других галогенидов, в результате появляется дисперсная фаза и накапливается ошибка определения. Следовательно, при совместном определении галогенидов рекомендуется использовать окислительно-восстановительный метод титрования [2].

#### Литература

1. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. Пер. с англ. / под ред. Р. Кельнера, Ж. М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмера. – М.: АСТ, 2004. – 608 с.
2. Даутова Ж. Н., Аубакирова Р. А. Обзор методов определения содержания хлора // Естественные науки и медицина: теория и практика : тезис. докл. международной конф. (Новосибирск, 12 февр. 2020 г.) – Новосибирск, 2020. – С. 47–54.
3. Результаты эпидемиологических исследований йоддефицитных заболеваний в рамках проекта «Тиромобиль» / И. И. Дедов [и др.] // Пробл. эндокринологии. 2005. – Т. 51 – № 5. – С. 32–36.
4. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М.: Мир, 1979. – 480 с.
5. Умбаров И. А., Тураев Х. Х. Потенциометрические исследования окисления ионов йода с нитрита натрия // UNIVERSUM. – 2017. – № 12. – С. 48–50.
6. Черновьянц М. С., Аскалепова О. И., Щербачев И. Н. К вопросу о точности определения рКа потенциометрическим и спектрофотометрическим методами // Журнал аналитической химии. – 1991. – Т. 46. – № 3. – С. 608–610.
7. Явич П. А., Кахетелидзе М. Б., Чурадзе Л. И. Методы аналитического определения йода // Исследования в области естественных наук. – 2014. – № 1. – С. 74–78.

Статья поступила в редакцию: 15.05.2021; принята в печать: 08.11.2021.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.