

УДК: 543.555.5:543.215/218

**ЕКСТРАКЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТІОННОЇ
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОЇ РЕЧОВИНИ
АЛКІЛДИМЕТИЛБЕНЗИЛАМОНІЙ ХЛОРИДУ НА МЕЖІ РОЗПОДІЛУ
ФАЗ ВОДА-ТРИКРЕЗИЛФОСФАТ**

Маложон А. О., студентка, Луганська О. В., к.х.н., доцент

*Запорізький національний університет
Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

Alina.malozhon@gmail.com

Визначено коефіцієнт екстракції катіону алкілдиметилбензиламмоній хлориду на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат потенціометричним титруванням водної фази зі срібним електродом. Правильність отриманих результатів доведена титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього.

Ключові слова: константа розподілу, коефіцієнт екстракції, алкілдиметилбензиламмоній хлорид, екстракція, потенціометричне титрування, титриметричний метод, поверхнево-активна речовина.

**ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТИОННОГО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА
АЛКИЛДИМЕТИЛБЕНЗИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ
ВОДА-ТРИКРЕЗИЛФОСФАТ**

Маложон А. А., Луганская О. В.

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковського, 66

Определен коэффициент экстракции катиона алкилдиметилбензиламмоний хлорида на границе раздела фаз вода-трикрезилфосфат потенциометрическим титрованием водной фазы с серебряным электродом. Правильность полученных результатов доказана титриметрическим методом с визуальной фиксацией точки эквивалентности с помощью индикатора метиленового синего.

Ключевые слова: константа распределения, коэффициент экстракции, алкилдиметилбензиламмоний хлорид, экстракция, потенциометрическое титрование, титриметрический метод, поверхностно-активное вещество.

**EXTRACTION CHARACTERISTICS OF THE CATIONIC SURFACE-ACTING AGENT
ALKYLDIMETHYLBENZYLAMMONIUM CHLORIDE AT THE PHASE BOUNDARY WATER-
TRICRESYLPHOSPHATE**

Malozhon A. A., Luganska O. V.

*Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.***INTRODUCTION**

There are a lot of various physical and chemical devices in modern analytical chemistry. From control sensors of only one substance in technological solutions to large and complex laboratory devices for the simultaneous determination of the concentration of tens of different elements. Problems that are solved by the methods of analytical chemistry are various too. Along with their application in the traditional fields namely in metallurge and in chemical industry the new fields have come in life and their importance is rising. They are the analysis of the environment and the quality control of food products [1].

Today ionometry that is a branch of physical and chemical research is developing rapidly. Its main task is studing and development of various kinds of ion selective electrodes that are selective for a large number of cations and anions. The use a wide set of the electrode-active materials such as liquid and solid ion exchangers, mono- and polycrystals, synthetic membrane active complexones, element organic substances and other substances that are selective for various ions helps to create new types of such electrodes [2].

The rapidity of analysis, selectivity, easiness and universality of the method ionometry allows widely using ISE for the examination of environment, technological solutions and biomedical researches [3]. That's why the current study of different plasticizers and determination of the extraction coefficient at the phase boundary water-tricresylphosphate is actual.

The aim of this work is the determination of the extraction coefficient of the cation alkyl dimethylbenzylammonium chloride at the phase boundary water-tricresylphosphate by the titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using methylene blue indicator and by the potentiometric titration of the aqueous phase using the silver electrode.

MATERIALS AND METHODS

The object of the research is a cation of alkyl dimethylbenzylammonium chloride. Alkyl dimethylbenzylammonium chloride (benzalkonium chloride) is a cationic surface-acting agent, that exhibits bactericidal activity against *Staphylococcus*, *Streptococcus*, gram-negative bacteria (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella*, etc.), anaerobic bacteria, fungi and mold. The applications of benzalkonium chloride are extremely wide ranging, from disinfectant formulations to microbial corrosion inhibition in the oilfield sector, and a multi-surface mould, algae and moss remover. This substance is also used as a preservative for ophthalmic medicaments.

An extraction of cation of alkyl dimethylbenzylammonium chloride has been performed by shaking solution of the surface-acting agent with tricresylphosphate in the separatory funnel for the experimental determination of the extraction coefficient [4-6].

The content of the surface-acting agent in the aqueous phase before and after the extraction has determined by the potentiometric titration, forming a galvanic cell with a silver electrode (an indicator electrode) and silver chloride electrode (a reference electrode). Argentum nitrate solution with a concentration of 0.0500 N was used as a titrant. The titrant was poured with continuous stirring until the sharp pH changes [7-8].

The titrimetric method with visual fixation of equivalence point using the methylene blue indicator has been used to verify the correctness of results that were obtained by potentiometric titration with the silver electrode. To do the analysis a solution of sodium dodecyl sulphate, distilled water, methylene blue and chloroform were added to the flask. After shaking of the flask a liquid two-phase system was formed. The sample was titrated by the twice diluted alkyl dimethylbenzylammonium chloride solution. The equivalence point was determined by the bleaching of the chloroform phase [9-10].

The concentration of the cation of alkyl dimethylbenzylammonium chloride in the organic phase has been determined by the difference between the concentrations of the surface-acting agent in the water phase before and after the extraction.

The extraction coefficient has been calculated as the ratio of the concentration of alkyl dimethylbenzylammonium chloride in the organic phase to its concentration in the water phase [4-6].

RESULTS AND DISCUSSION

The integral and the differential curves has been constructed after the potentiometric titration.

The volume of argentum nitrate that was spent on the titration of alkyl dimethylbenzylammonium chloride at the equivalence point has been determined with the application of these curves. This value equals 1,90 cm³.

The extraction coefficient, the concentration of the surface-acting agent in the organic and in the water phase have been calculated by the data that was obtained.

The results of the research have shown that the extraction coefficient equals (0,0506±0,0049) by the potentiometric titration with silver electrode and (0,0461±0,0067) by the titration with visual fixation of the equivalence point using methylene blue indicator.

So the results obtained by the titrimetric method with instrumental fixation of the equivalence point, have better reproducibility than those obtained by its visual fixation. The closeness of the calculations obtained proves the correctness of the results.

CONCLUSIONS

1. The calculations of the extraction coefficient of the cation of alkyl dimethylbenzylammonium chloride at the phase boundary water-tricresylphosphate that equals (0,0506±0,0049) have been determined by the potentiometric titration of the water phase with the silver electrode.
2. The correctness of the result obtained by the potentiometric titration has been proved by the titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using methylene blue indicator. The extraction coefficient obtained with the application of this method equals (0,0461±0,0067).
3. The statistical processing of the data has shown a high reproducibility of the results ($S=0,0069$, $S_r=0,1366$ for the potentiometric titration with the silver electrode; $S=0,0093$, $S_r=0,2230$ for the titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using methylene blue indicator). The calculations obtained by the potentiometric titration have better repeatability than the results obtained by the titrimetric method.

Keywords: distribution constant, extration coefficient, alkildymethylbenzylammonium chloride, extration, potentiometric titration, titrimetric method, surface-acting agent.

ВСТУП

У сучасній аналітичній хімії використовуються досить різноманітні за своїми можливостями фізико-хімічні прилади: від датчиків контролю складу лише однієї сполуки, наприклад, в технологічних розчинах, до великих та складних лабораторних пристроїв для одночасного визначення концентрації десятків елементів. Різноманітні і задачі, які доводиться вирішувати методами аналітичної хімії. Поряд з традиційними областями їх застосування в металургійній та хімічній промисловості з'явилися і нові області, значення яких швидко зростає. Це насамперед аналіз об'єктів навколишнього середовища, а також контроль якості продуктів харчування [1].

Для визначення складу і властивостей різних сполук і розчинів використовуються хімічні, фізичні і фізико-хімічні методи аналізу. В деяких випадках з'являється необхідність визначати концентрацію різних іонів в розчині.

Останній час бурхливо розвивається галузь фізико-хімічного дослідження — іонометрія. Основна задача останньої — вивчення та розробка різного роду іонселективних електродів, оборотних по відношенню до великої кількості катіонів та аніонів. Для створення нових типів подібних електродів використовують широкий набір таких електродно-активних речовин, як рідкі та тверді іоніти, моно- та полікристали, синтетичні мембранно-активні комплекси, елементноорганічні речовини та інші сполуки, що проявляють селективну дію відносно тих чи інших йонів [2].

В наш час іонометрія грає помітну роль в сучасній аналітичній хімії. Її область застосування досить широка: від визначення калія в міжклітинній рідині до аналізу графіта та кремнію на вміст бора. В той же час прагнення вибрати найбільш економічний з великої кількості можливих варіантів вирішення аналітичних задач складає сильну конкуренцію між аналітичними методами. Все це призводить до необхідності пошуку областей застосування, найбільш адекватних можливостям методу [1].

Експресність аналізу, вибірковість, простота та універсальність методу іонометрії дозволяє широко застосовувати ІСЕ для дослідження об'єктів навколишнього середовища, технологічних розчинів та медико-біологічних досліджень [3]. Саме тому актуальним є дослідження різних пластифікаторів та визначення коефіцієнту екстракції на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат.

Метою даної роботи є визначення константи екстракції катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього та потенціометричним титруванням водної фази зі срібним електродом.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є катіон алкілдиметилбензиламоній хлориду (рис. 1). Алкілдиметилбензиламоній хлорид (бензалконію хлорид) являє собою поверхнево-активну речовину (ПАР), що проявляє бактерицидну активність щодо стафілококів, стрептококів, грамнегативних бактерій (кишкової і синьогнійної паличок, протей, клебсієли та ін), анаеробних бактерій, грибів і цвілі. Також дана речовина є найбільш застосованим консервантом в офтальмологічних лікарських препаратах.

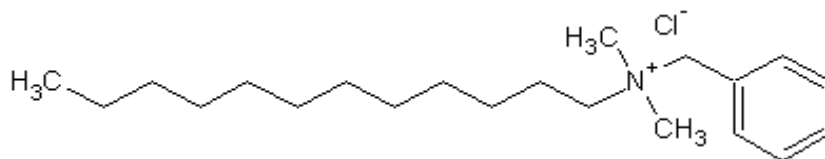


Рис. 1 – Алкілдиметилбензиламоній хлорид

Для експериментального визначення коефіцієнту екстракції проводять екстракцію катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду, струшуючи в ділільній воронці 10 см³ 0,01 М розчину поверхнево-активної речовини (ПАР) з 5 см³ трикрезилфосфату.

Процес екстракції включав 3 послідовні стадії:

1. змішування вихідної суміші речовин з екстрагентом;
2. механічний поділ (розшаровування) двох фаз, що утворюються;
3. видалення екстрагенту з обох фаз і його регенерацію з метою повторного використання [4-6].

Перевагами екстракції є низькі робочі температури, рентабельність витягу речовин з розведених розчинів, можливість поділу сумішей, що складаються із близько киплячих компонентів та азеотропних сумішей, можливість сполучення з іншими технологічними процесами (ректифікацією, кристалізацією), простота апаратури й доступність її автоматизації. Недоліком екстракції в ряді випадків є труднощі повного видалення екстрагента з екстрагованих речовин [4-6].

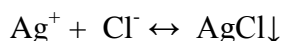
Після встановлення екстракційної рівноваги органічний шар відділено від водного центрифугуванням.

Вміст ПАР у водній фазі до і після екстракції визначають потенціометричним титруванням, складаючи гальванічне коло зі срібного (індикаторний електрод) та хлорсрібного (електрод порівняння) електродів. Перед використанням поверхню срібного електроду зачищають наждачним папером та занурюють у розчин нітратної кислоти (1:1) до виділення пухирців. При повторному використанні електрод послідовно занурюють у розчин амоніака, а потім — нітратної кислоти [7].

При підготовці проби аліквоту розчину досліджуваної речовини (10 см³) поміщають у хімічний стакан ємністю 250 см³, при перемішуванні магнітною мішалкою додають 5 см³ розчину нітратної кислоти, 30 см³ дистильованої води та 20 см³ ізопропілового спирту [7].

В якості титранта використовують 0,0500 н розчин AgNO₃. Титрант додають порціями по 0,2 см³, а біля точки еквівалентності – порціями по 0,02 см³ при неперервному перемішуванні магнітною мішалкою. Закінчують титрування після різкої зміни рН [7].

В основі даного методу лежить реакція між йонами Ag⁺ та Cl⁻, що супроводжується утворенням осаду AgCl:



При виконанні цього визначення до розчину, що містить хлорид-іони, поступово приливають розчин AgNO_3 . Перша надлишкова крапля робочого розчину, що прилита після досягнення точки еквівалентності, створює в розчині надлишок срібла, на який срібний електрод реагує стрибком потенціалу [8].

Розрахунок концентрації поверхнево-активної речовини у водній фазі вели за формулою (1):

$$C_v = \frac{C_n(\text{AgNO}_3) \cdot v(\text{AgNO}_3)}{v_{\text{проби}} (10 \text{ см}^3)} \quad (1)$$

де C_v — концентрація катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду у водній фазі, екв/дм³;

$C_n(\text{AgNO}_3)$ — концентрація титранту, екв/дм³;

$v(\text{AgNO}_3)$ — об'єм аргентум нітрату, що пішов на титрування проби, см³;

$v_{\text{проби}}$ — об'єм проби водного розчину алкілдиметилбензиламоній хлориду, см³.

Для перевірки правильності отриманих результатів було використано титриметричний метод з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього [9].

Після екстракції водну фазу, що містить катіон алкілдиметилбензиламоній хлориду було розведено дистильованою водою у 2 рази та використано в якості титранту.

В якості робочого розчину застосовано водний розчин натрій додецилсульфату з нормальною концентрацією 0,0050 н.

Індикатором є розчин метиленового синього. Для отримання розчину індикатора взято 3 см³ 0,1% водного розчину метиленового синього, 0,7 см³ сульфатної кислоти, 11,0 г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ та доведено об'єм дистильованою водою до 100 см³ [9].

Для проведення аналізу в конічну колбу було внесено 5 см³ розчину натрій додецилсульфату, 45 см³ дистильованої води, 20 см³ індикатору та 15 см³ хлороформу. Після збовтування виходить двофазна рідка система з нижнім хлороформним шаром, забарвленим у синій колір. Пробу титрували вдвічі розведеним розчином алкілдиметилбензиламоній хлориду, приливаючи титрант по 0,02 см³ за допомогою мікробюретки, кожного разу екстрагуючи при інтенсивному струшуванні в закритій колбі йонний асоціат, що утворюється. Точку еквівалентності визначено за знебарвленням хлороформного шару [9].

Титрування проводили при денному освітленні. Колір двофазної системи визначали в світлі.

Метод базується на перерозподілі барвника метиленового синього у водно-хлороформному шарі при додаванні досліджуваної речовини. Метиленовий синій розчинний у воді, але нерозчинний у хлороформі. Аніоноактивні сполуки (натрій додецилсульфат) утворюють з метиленовим синім розчинні у хлороформі забарвлені йонні асоціати, які легко руйнуються при додаванні катіоноактивних речовин (алкілдиметилбензиламоній хлорид) [10].

Концентрацію катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду у водній фазі обчислювали за формулою (2):

$$C_{\text{в}} = \frac{C_{\text{н}}(\text{НДС}) \cdot v(\text{НДС})}{v_{\text{т}}} \cdot 2 \quad (2)$$

де $C_{\text{в}}$ — концентрація катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду у водній фазі, екв/дм³;
 $C_{\text{н}}(\text{НДС})$ — концентрація натрій додецилсульфату, екв/дм³;
 $v(\text{НДС})$ — об'єм натрій додецилсульфату, який титрували, см³;
 $v_{\text{т}}$ — об'єм розведеного вдвічі водного розчину алкілдиметилбензиламоній хлориду, см³.

Концентрацію катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду в органічній фазі визначали за різницею між концентраціями поверхнево-активної речовини у водному шарі до та після екстракції за формулою (3):

$$C_{\text{о}} = C_{\text{о}}(\text{ПАВ}) - C_{\text{в}} \quad (3)$$

де $C_{\text{о}}$ — концентрація катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду в органічній фазі, екв/дм³;
 $C_{\text{о}}(\text{ПАВ})$ — вихідна концентрація катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду у водному шарі, екв/дм³.

В умовах рівноваги відношення концентрацій речовини, що розподіляється, в обох фазах є постійною величиною [4-6]. Ця величина називається константою розподілу або коефіцієнтом екстракції та дорівнює відношенню концентрацій в обох фазах:

$$k^{\text{ext}} = C_{\text{о}}/C_{\text{в}} \quad (4)$$

Розрахунок константи розподілу катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду між водною фазою та шаром трикрезилфолсфату проводили за формулою (4).

З метою перевірки відтворюваності результатів дослідження було проведено 10 паралельних дослідів та зроблена статистична обробка даних.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Після потенціометричного титрування будували інтегральну (рис. 2) та диференційну криві (рис. 3).

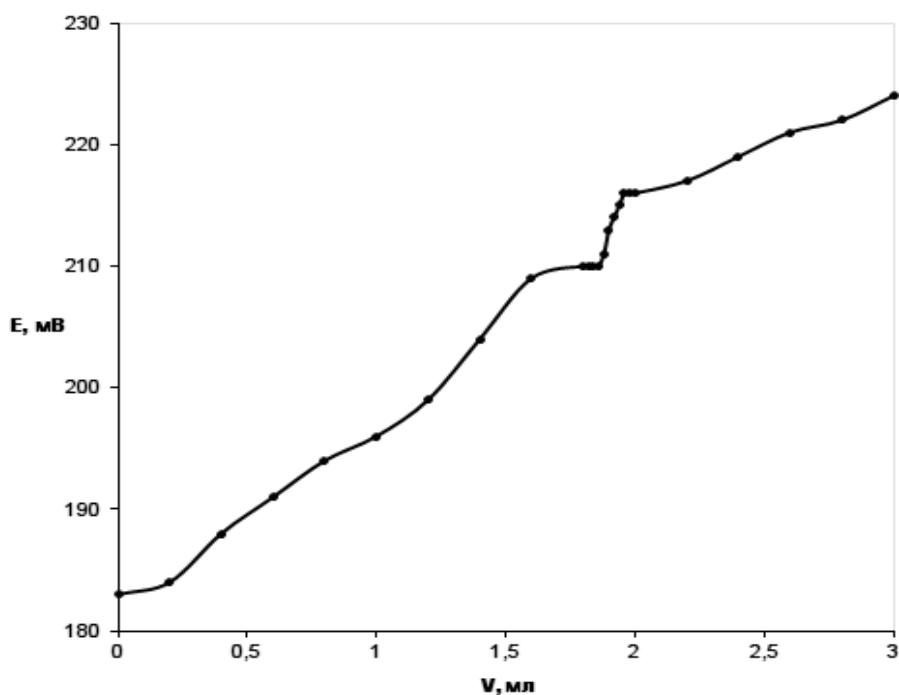


Рис. 2 – Інтегральна крива титрування катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду 0,0500 н розчином AgNO_3

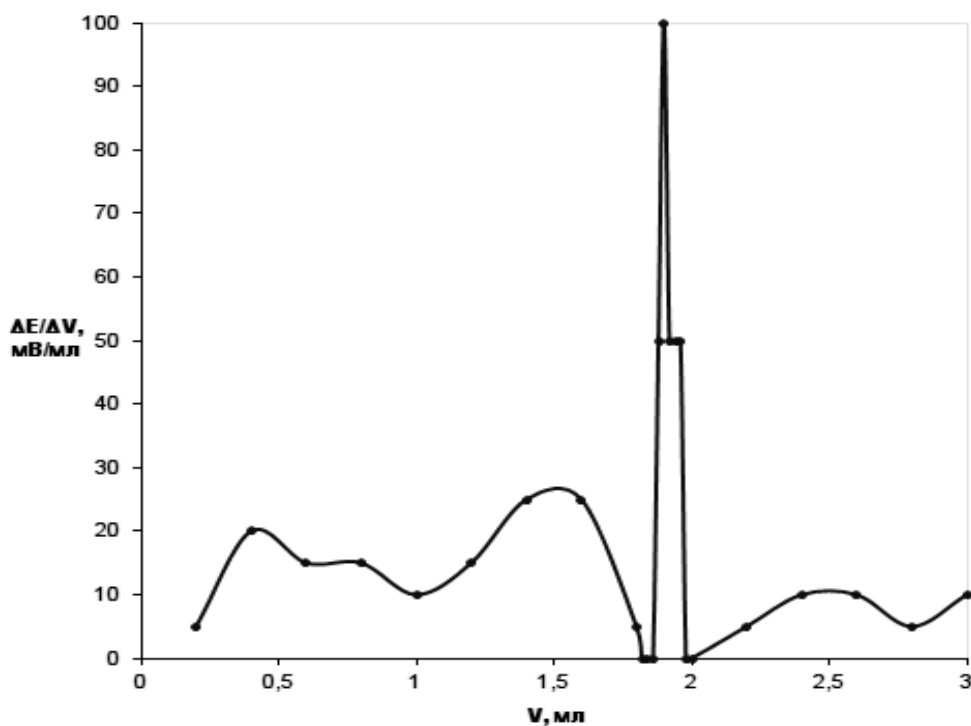


Рис. 3 – Диференційна крива титрування катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду 0,0500 н розчином AgNO_3

За цими кривими визначено, який об'єм AgNO_3 пішов на титрування алкілдиметилбензиламоній хлориду в точці еквівалентності. Це значення дорівнює $1,90 \text{ см}^3$.

За отриманими даними визначили концентрацію поверхнево-активної речовини у водній та органічній фазі, обчислили константу розподілу.

Результати визначення коефіцієнту екстракції катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат методом потенціометричного титрування зі срібним електродом та титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього наведені в табл. 1

Таблиця 1 — Визначення коефіцієнту екстракції катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат методом потенціометричного титрування та титриметричним методом ($n=10$; $P=0,95$)

| № з/п дослідів | Коефіцієнт екстракції (k^{ext}), | |
|--|--|-----------------------------------|
| | визначений методом потенціометричного титрування | визначений титриметричним методом |
| 1. | 0,0417 | 0,0417 |
| 2. | 0,0526 | 0,0417 |
| 3. | 0,0526 | 0,0417 |
| 4. | 0,0526 | 0,0417 |
| 5. | 0,0417 | 0,0417 |
| 6. | 0,0417 | 0,0417 |
| 7. | 0,0638 | 0,0417 |
| 8. | 0,0526 | 0,0417 |
| 9. | 0,0526 | 0,0638 |
| 10. | 0,0526 | 0,0638 |
| S | 0,0069 | 0,0093 |
| S_r | 0,1366 | 0,2230 |
| $(k^{\text{ext}})_{\text{cp}} \pm \varepsilon$ | $0,0506 \pm 0,0049$ | $0,0461 \pm 0,0067$ |

За результатами досліджень видно, що методом потенціометричного титрування було отримане значення константи розподілу, яке дорівнює $(0,0506 \pm 0,0049)$, а титриметричним методом — $(0,0461 \pm 0,0067)$.

Отже, результати, отримані методом потенціометричного титрування зі срібним електродом, характеризуються кращою відтворюваністю, ніж ті, що одержані титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього. Близкість значень, отриманих обома методами доводить правильність результатів.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено чисельне значення константи розподілу катіону алкілдиметилбензиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-трикрезилфосфат методом потенціометричного титрування зі срібним електродом, яке дорівнює $(0,0506 \pm 0,0049)$.
2. Правильність результату, отриманого потенціометричним титруванням, доведена титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього. Коефіцієнт екстракції, встановлений цим методом, дорівнює $(0,0461 \pm 0,0067)$.
3. Статистична обробка даних показала високу відтворюваність результатів ($S=0,0069$, $S_r=0,1366$ для методу потенціометричного титрування зі срібним електродом; $S=0,0093$, $S_r=0,2230$ для титриметричного методу з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою індикатору метиленового синього), причому значення, отримані методом потенціометричного титрування, мають кращу відтворюваність, ніж результати, одержані титриметричним методом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петрухин О. М. Ионоселективные электроды / Олег Митрофанович Петрухин. — М. : Знание, 1986. - 32 с.
2. Никольский Б. П. Ионоселективные электроды / Б. П. Никольский, Е. А. Матерова. - Л. : Химия, 1980. — 240 с.
3. Шевчук И. А. Ионоселективные электроды в анализе природных и промышленных объектов: учебное пособие / И. А. Шевчук, Т. Н. Симонова. — Донецк: Норд-компьютер, 2009. — 206 с.
4. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии. Общие вопросы. Методы разделения. [учеб. для вузов] / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева. — М. : Высш. шк., 2000. — 351 с.
5. Коренман Я. И. / Экстракция органических соединений / Я. И. Коренман // Соросовский образовательный журнал. — 1997. — № 1. — С. 40-44.
6. Глубоков Ю. М. Методы разделения и концентрирования. Общие положения. Классификация методов / Ю. М. Глубоков, В. В. Травкин. — М. : МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2008. — 28 с.
7. Инструкция № А-18/06 по применению средства «Аламинол» (ФГУП «ГНЦ «НИОПИК», Россия) для дезинфекции и предстерилизационной очистки / [И. М. Цвирова, Л. Г. Пантелеева, И. М. Абрамова и др.] — М., 2006. — 15с.
8. Крешков А. П. Курс аналитической химии. Количественный анализ / А. П. Крешков, А. А. Ярославцев. — М. : Химия, 1982. — 312 с.
9. Пономаренко А. М. Методичні вказівки щодо застосування препарату «Вірофлекс» з метою дезінфекції / А. М. Пономаренко. — К., 2013. — 11 с.
10. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение : [учеб. пособие для вузов] / А. А. Абрамзон, Л. П. Зайченко, С. И. Файнгольд ; под ред. А. А. Абрамзона. — Л. : Химия, 1988. — 200 с.

REFERENCES

1. Petruhin O. M. Ion-selective electrodes / O. M. Petruhin. — M. : Znanie, 1986. — 32 p.
2. Nikolsky B. P. Ion-selective electrodes / B. P. Nikolsky, E. A. Materova. — L. : Khimiya, 1980. — 240 p.
3. Shevchuk I. A. Ion-selective electrodes in the analysis of natural and industrial objects / I. A. Shevchuk, T. N. Simonova. — Donetsk : Nord-computer, 2009. — 206 p.
4. Zolotov U. A. Basis of analytical chemistry. General questions. Devision methods. / U. A. Zolotov, E. N. Dorokhova, V. I. Fadeev. — M. : Visshaya shkola, 2000. — 351 p.
5. Korenman Y. I. / Extraction of organic substances / Y. I. Korenman // Sorosovsky Educational Journal. — 1997. — № 1. — P. 40-44.
6. Glubokov U. M. Methods of separating and concentration. General regulations. Classification of methods / U. M. Glubokov, V. V. Travkin. — M. : MITHT named after M. V. Lomonosov, 2008. — 28 p.
7. Instructions No A-18/06 for use medicament "Alaminol" (FGUP "GNT" NIOPIK", Russia) for the disinfection and cleaning / [I. M. Tsvirova , L. G. Panteleeva, I. M. Abramova etc.] — M., 2006. — 15 p.
8. Kreshkov A. P. Course of analytical chemistry. Quantitative analysis / A. P. Kreshkov A. A. Jaroslavtsev. — M. : Khimiya, 1982. — 312 p.
9. Ponomarenko A. M. Methodical instructions for use medicament "Virofex" for the disinfection / A. M. Ponomarenko. — K., 2013. — 11 p.
10. Abramson A. A. Surface-active substances. Synthesis, analysis, properties and application / A. A. Abramson, L.P. Zaychenko, S. I. Feingold. — L. : Khimiya, 1988. — 200 p.