

УДК: 54-128.4:547-304.2:546.131

ЕКСТРАКЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТІОНУ ДИДЕЦИЛДИМЕТИЛАМОНІЙ ХЛОРИДУ НА МЕЖІ РОЗПОДІЛУ ФАЗ ВОДА-ДИБУТИЛСЕБАЦІНАТ

Луганська О.В., к.х.н., доцент, Лимарь Є.І., магістрант

*Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
290574olga@znu.edu.ua*

Мета – визначення коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-дibuтилсебацінат потенціометричним титруванням водної фази зі срібним електродом.

Методи. Правильність отриманих результатів доведена титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатора еозину та метиленового блакитного.

Результати та висновки. Встановлено чисельне значення коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-дibuтилсебацінат методом потенціометричного титрування зі срібним електродом, яке дорівнює $(0,0441 \pm 0,0041)$. Титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатора (еозину АБ та метиленового блакитного) доведено правильність результатів, отриманих потенціометричним титруванням. Коефіцієнт розподілу, встановлений цим методом, дорівнює $(0,0402 \pm 0,0072)$.

Ключові слова: коефіцієнт розподілу; дидецилдиметиламоній хлорид; екстракція; потенціометричне титрування; поверхнево-активна речовина; іоноселективні електроди.

ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТИОНА ДИДЕЦИЛДИМЕТИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ ВОДА-ДИБУТИЛСЕБАЦІНАТ

Луганская О.В., Лымарь Е.И.

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

Цель – определение коэффициента распределения катиона дидецилдиметиламоний хлорида на границе раздела фаз вода-дibuтилсебацінат потенціометрическим титрованием водной фазы с серебряным электродом.

Методы. Правильность полученных результатов доказана титриметрическим методом с визуальной фиксацией точки эквивалентности с помощью смешанного индикатора эозина и метиленового голубого.

Результаты и выводы. Установлено численное значение коэффициента распределения катиона дидецилдиметиламоний хлорида на границе раздела фаз вода-дibuтилсебацінат методом потенціометрического титрования с серебряным электродом, равное $(0,0441 \pm 0,0041)$. Титриметрическим методом с визуальной фиксацией точки эквивалентности с помощью смешанного индикатора (эозина АБ и метиленового голубого) доказано правильность результатов, полученных потенціометрическим титрованием. Коэффициент распределения, установленный этим методом, равен $(0,0402 \pm 0,0072)$.

Ключевые слова: коэффициент распределения; дидецилдиметиламоний хлорид, экстракция; потенціометрическое титрования; поверхностно-активное вещество; ионоселективные электроды.

EXTRACTION CHARACTERISTICS OF DIDECYLDIMETHYLAMMONIUM CHLORIDE CATION AT THE PHASE BOUNDARY OF WATER- DIBUTYL SEBACATE

Luganska O.V., Lyymar Y. I.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street, 66

In modern analytical chemistry, physico-chemical devices are quite diverse in their abilities. Various and tasks, that have to be solved by methods of analytical chemistry. Along with the traditional areas of their application in the metallurgical and chemical industries, new areas emerged, whose significance is growing rapidly. This is primarily an analysis of the objects of the environment, as well as food quality control. To determine the composition and properties of various compounds and solutions, chemical, physical and physico-chemical methods of analysis are used. In some cases, it is necessary to determine the concentration of various ions in the solution.

Recently, the branch of physical and chemical research - ionometry - is developing rapidly. The main task of the latter is the study and development of various types of ion-selective electrodes (ISE), reversible in relation to a large number of cations and anions.

In our time, ionometry plays an important role in modern analytical chemistry. Expressiveness of analysis, selectivity, simplicity and universality of the method of ionometry makes it possible to apply ISE extensively to research objects of the environment, technological solutions and medical-biological research. The main advantage of the ISE is the ability to continuous automatic control, they are the basis for the creation of chemical and biological sensors. The value of potentiometric sensors in the theoretical and applied aspects is constantly increasing.

The purpose of this work is to determine the coefficient distribution of the didecyldimethylammonium chloride cation at the phase boundary of water-dibutyl sebacate by potentiometric titration of the aqueous phase with a silver electrode and a titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using a mixed indicator of eosin and methylene blue.

The object of the study is the didecyldimethylammonium chloride cation. Didecyldimethylammonium chloride is a surface-active substance that is used in the disinfection, preservation of wood, in oil and gas production.

Didecyldimethylammonium chloride has a strong bactericidal, fungicidal, tuberculocidal action. The substance is a liquid under normal conditions.

Potentiometric titration is a volumetric analytical method. In this method, the equivalent point is determined by a sharp change in the potential of the indicator electrode near the point of equivalence.

After the establishment of the extraction equilibrium, the organic layer with dibutyl sebacate is separated from the aqueous layer.

The content of surface-active substance in the aqueous phase before and after extraction is determined by potentiometric titration, making up a galvanic circle of silver (indicator electrode) and silver chloride (reference electrode) electrodes.

After reaching the point of equivalence, the first excess drop of the working solution AgNO_3 creates in the solution an excess of silver. As a result, silver electrode reacts by a jump in the potential.

To verify the correctness of the obtained results, a titrimetric method was used with a visual fixation of the equivalence point using a mixed indicator of eosin AB and methylene blue.

Titration is performed with a sodium dodecyl sulfate solution using a mixed indicator with a cationic dye (eosin AB) and an anionic dye (methylene blue). Mixed indicators are used to make the color transition more contrast. Titration is carried out in a two-phase system (water and chloroform).

To verify the reproducibility of the results of the study, 10 parallel experiments were conducted and statistical processing of the data was done.

After potentiometric titration, the integral and differential curves were constructed.

Based on the obtained data, the concentration of the surfactant in the aqueous and organic phases was determined, the distribution constant for both methods was calculated.

The numerical value of the extraction constant of the didecyldimethylammonium chloride cation at the water - dibutyl sebacate interface was determined by potentiometric titration with a silver electrode. The extraction constant is $(0,0441 \pm 0,0041)$. The correctness of the result obtained by potentiometric titration is proved by the titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using a mixed indicator (eosin AB and methylene blue). The coefficient distribution established by this method is $(0,0402 \pm 0,0072)$.

Statistical processing of the data showed high reproducibility of the results ($S = 0,0056$, $S_r = 0,1293$ for the potentiometric titration method with a silver electrode, $S = 0,0101$, $S_r = 0,2519$ for the titrimetric method with visual fixation of the equivalence point using a mixed indicator), The values obtained by potentiometric titration have better reproducibility than the results obtained by the titrimetric method.

Key words: coefficient distribution; didecyldimethylammonium chloride, extraction; Potentiometric titration; surface-active substance; ion-selective electrodes.

ВСТУП

У сучасній аналітичній хімії використовуються досить різноманітні за своїми можливостями фізико-хімічні прилади. 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 [2].

Останній час бурхливо розвивається галузь фізико-хімічного дослідження – іонометрія. Основна задача останньої – вивчення та розробка різного роду іоноселективних електродів (ІСЕ), оборотних по відношенню до великої кількості катіонів та аніонів.

В наш час іонометрія відіграє актуальну роль у сучасній аналітичній хімії. Експресність аналізу, вибірковість, простота та універсальність методу іонометрії дозволяє широко застосовувати ІСЕ для дослідження об'єктів навколишнього середовища, технологічних розчинів та медико-біологічних досліджень. Головною перевагою ІСЕ є придатність для безперервного автоматичного контролю, вони являються основою для створення хімічних і біологічних сенсорів. Значення потенціометричних сенсорів у теоретичному і прикладному аспектах весь час зростає [3].

Метою даної роботи є визначення коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-дибутилсебацінат потенціометричним титруванням водної фази зі срібним електродом та титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатора еозину та метиленового блакитного.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є катіон дидецилдиметиламоній хлориду (рис. 1). Дидецилдиметиламоній хлорид являє собою поверхнево-активну речовину (ПАР), що застосовується у виробництві дезінфікуючих засобів, які використовуються в медицині для дезінфекції виробів медичного призначення, хірургічних і стоматологічних інструментів, різних поверхонь в приміщеннях, зовнішніх поверхонь приладів і апаратів, санітарно-технічного обладнання, приборального інвентарю та медичних відходів.

Дидецилдиметиламоній хлорид має сильну бактерицидну, фунгіцидну, туберкулоцидну дію. Речовина в нормальних умовах являє собою рідину. Випускається у вигляді водного або спиртового розчину, також входить до складу різних дезінфікуючих засобів.

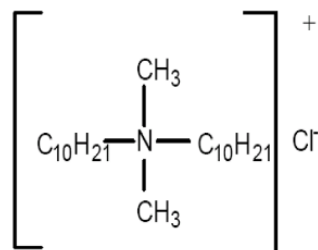


Рисунок 1 – Будова дидецилдиметиламоній хлориду

Основні сфери застосування – дезінфекція виробів медичного призначення, включаючи хірургічні та стоматологічні інструменти, зовнішніх поверхонь приладів і апаратів, санітарно-технічного обладнання, лабораторного посуду [4].

Досліджуваним мембранним розчинником є дибутилсебацінат (рис. 2).

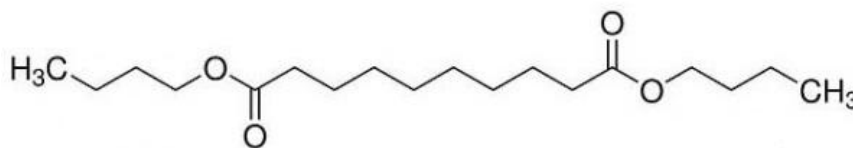


Рисунок 2 – Будова дибутилсебацинату

Дибутилсебацинат (ДБС) – складний естер бутилового спирту і себацинової кислоти. ДБС не розчиняється у воді, розчинний в органічних розчинниках і вуглеводнях.

Застосовується в якості пластифікатора для вінілових полімерів, особливо для полівінілхлориду і сополімерів вінілхлориду з вінілацетатом, а також для нітрату целюлози, етил- і бензилцелюлози. ДБС не токсичний і може бути застосований у виробках, що контактують з харчовими продуктами [5].

Таблиця 1 – Характеристики дибутилсебацинату

Формула	$C_{18}H_{34}O_4$
Молекулярна маса	314
Густина при 20°C, г/см ³	1,190 – 1,194
Температура кипіння, °C	344 – 345
Розчинність	не розчиняється у воді, розчинний в органічних розчинниках і вуглеводнях
Діелектрична проникність	4,5

Екстракція – це процес вилучення розчиненої речовини з розчину за допомогою іншого розчинника. При зіткненні водного розчину речовини А з яким-небудь розчинником, який не змішується або обмежено змішується з водою розчинена речовина А буде розподілятися між двома розчинниками, і через деякий час в такій системі встановиться рівновага [6]:

$$A_B \leftrightarrow A_0 \quad (1)$$

де A_B і A_0 – речовина А у воді і в органічному розчиннику, відповідно.

Процес переносу розчиненої речовини з однієї рідкої фази в іншу, яка з нею не змішується або обмежено змішується, називається рідино-рідинним розподілом або розподілом між двома рідинами. Кількісно цей процес характеризується законом розподілу Нернста-Шилова, у відповідності з яким відношення концентрацій розчиненої речовини в обох фазах при постійній температурі є постійним і не залежить від концентрації розчиненої речовини:

$$k^{ext} = C_{A_0} / C_{A_B}, \quad (2)$$

де k^{ext} – коефіцієнт розподілу; C_{A_0} – аналітична (тобто сумарна) концентрація всіх форм речовини А в органічній фазі; C_{A_B} – аналітична концентрація всіх форм речовини А у водній фазі.

Величина k^{ext} зберігає постійне значення лише у відсутності процесів дисоціації, асоціації, полімеризації та інших перетворень розчиненої речовини.

При підстановці у вираз коефіцієнту розподілу активностей речовини А в органічній фазі і у водному розчині замість їх концентрацій, коефіцієнт розподілу буде залишатися постійним в широкій області концентрацій, оскільки процеси асоціації та інші будуть формально враховані коефіцієнтами активності [7].

Потенціометричне титрування – об’ємно-аналітичний метод, в якому еквівалентна точка визначається за різкою зміною потенціалу індикаторного електрода поблизу точки еквівалентності.

Для потенціометричного титрування складають коло з індикаторного електрода в аналізованому розчині та електрода порівняння. Електрод порівняння і досліджуваний розчин сполучають за допомогою електролітичного містка, який забезпечує електролітичну провідність між електродними розчинами. Електролітичний місток являє собою скляну трубку, яка заповнена насиченим розчином калій хлориду чи амоній нітрату.

Титрований розчин доливають із бюретки порціями при постійному перемішуванні і після кожного додавання вимірюють електрорушійну силу (ЕРС).

Криві титрування можуть бути побудовані в координатах: $E - V$. Це так звана інтегральна крива потенціометричного титрування. Точка перегину на кривій відповідає точці еквівалентності. Її знаходять графічним шляхом: знаходженням середини відрізка між дотичними двох гілок кривої.

Для більш точного знаходження точки еквівалентності часто будують диференціальну криву потенціометричного титрування в координатах $\Delta E/\Delta V - V$. На точку еквівалентності вказує максимум отриманої кривої, а відлік по осі абсцис, що відповідає цьому максимуму, дає об’єм титранту, витраченого на титрування до точки еквівалентності [7, 8].

Потенціометричне титрування застосовують для визначення досить великої кількості речовин. Перевагами потенціометричного титрування є те, що воно дає змогу титрувати забарвлені розчини, а також можливість визначати кількості речовини у суміші без попереднього їх розділення.

Титриметричним аналізом називають метод кількісного аналізу, заснований на вимірюванні об’єму розчину реактиву точно відомої концентрації, що витрачається для реакції з аналізованою речовиною. Сутність титриметричного методу полягає у наступному. До розчину, який приготовано з наважки аналізованої речовини, поступово приливають розчин точно відомої концентрації до тих пір, поки речовини, що взаємодіють, не прореагують повністю. Тоді на підставі точного виміру об’єму реактиву розраховують вміст складової частини, яку визначають, в аналізованому зразку [8].

Момент завершення реакції, коли речовини, що взаємодіють, повністю прореагували між собою, називають точкою еквівалентності, оскільки в цей момент кількості речовин, що прореагували, строго еквівалентні.

Якщо відомі точна молярна концентрація титранта, об’єм його розчину, витрачений на титрування аліквоти, то кількість речовини титранта, що витрачена на титрування, буде дорівнювати [7, 8]:

$$V_m = \frac{c_m \cdot V_m}{1000}, \quad (3)$$

де c_m – концентрація титранту, моль/дм³; V_m – об’єм титранту, який витрачено на титрування, см³.

Кількість речовини еквівалента аліквоти, що знаходиться в аналізованому розчині, можна також представити співвідношенням :

$$V_a = \frac{c_a \cdot V_a}{1000}, \quad (4)$$

де c_a – концентрація аналізованої речовини, моль/дм³; V_a – об'єм аліквотної частини аналізованого розчину, см³.

Правильність експерименту визначається систематичними помилками, тобто тими помилками, що при повторних вимірах залишаються постійними чи закономірно змінюються. Вони обумовлені приладами та реагентами, що застосовуються, помилками методу, індивідуальними особливостями аналітика та ін. [9, 10].

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для синтезу мембрани іоноселективного електроду використовуються мембранні розчинники (які є водночас пластифікаторами для полівінілхлориду), що мають різну діелектричну проникність, від якої залежать їх екстракційні характеристики.

Для експериментального визначення коефіцієнту розподілу проводять екстракцію катіону дидецилдиметиламоній хлориду з концентрацією 0,01 М, струшуючи в ділільній воронці 10 см³ розчину поверхнево-активної речовини з 5,0 см³ дибутилсебацінату протягом 10 хв. (раніше визначено, що саме такий час необхідний для встановлення екстракційної рівноваги) [11, 12].

Після встановлення екстракційної рівноваги органічний шар з дибутилсебацінатом відділяють від водного шару.

Вміст ПАР у водній фазі до і після екстракції визначають потенціометричним титруванням, складаючи гальванічне коло зі срібного (індикаторний електрод) та хлорсрібного (електрод порівняння) електродів.

Перша надлишкова крапля робочого розчину, що прилита після досягнення точки еквівалентності, створює в розчині надлишок срібла, на який срібний електрод реагує стрибком потенціалу.

Для перевірки правильності отриманих результатів було використано титриметричний метод з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатору еозину АВ та метиленового блакитного [11, 12].

Титрують розчином натрій додецилсульфату з використанням змішаного індикатору з катіонного барвника (еозин АВ) і аніонного барвника (метиленовий блакитний). Змішані індикатори застосовують, щоб зробити перехід забарвлення більш контрастним. Титрування проводиться в двофазній системі (вода і хлороформ).

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

Після потенціометричного титрування будували інтегральну (рис. 3) та диференційну криві (рис. 4):

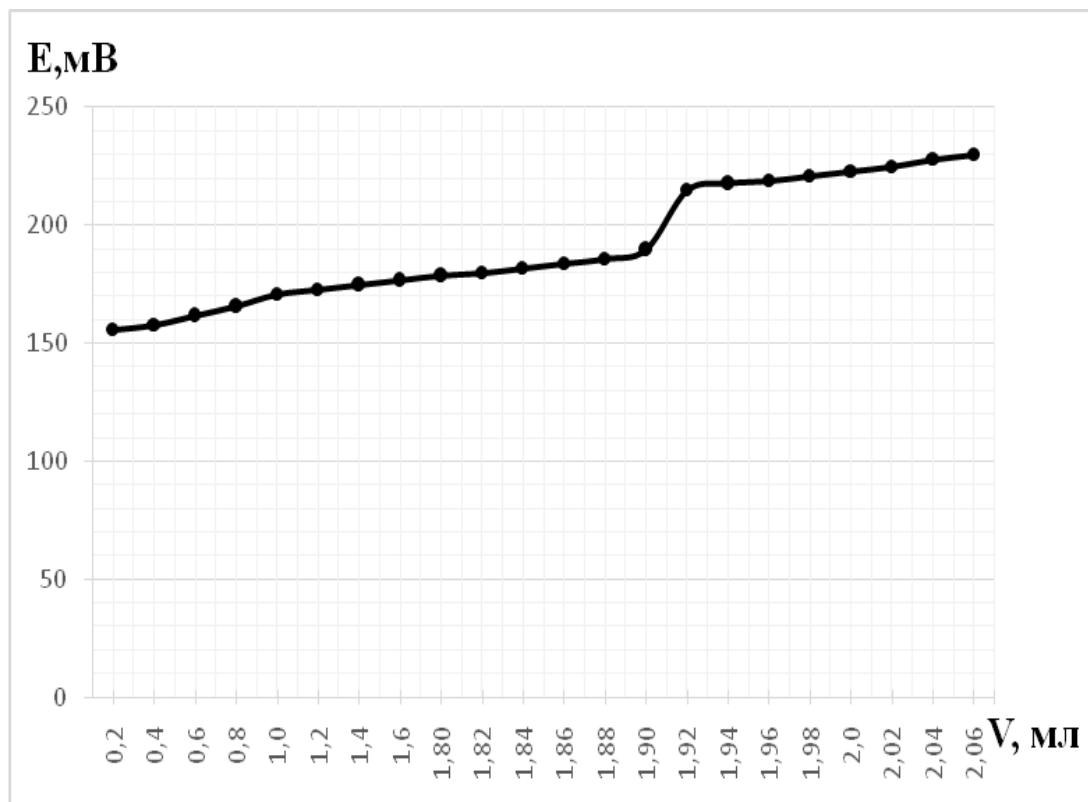


Рисунок 3 – Інтегральна крива титрування катіону дидецилдиметиламоній хлориду розчином AgNO_3

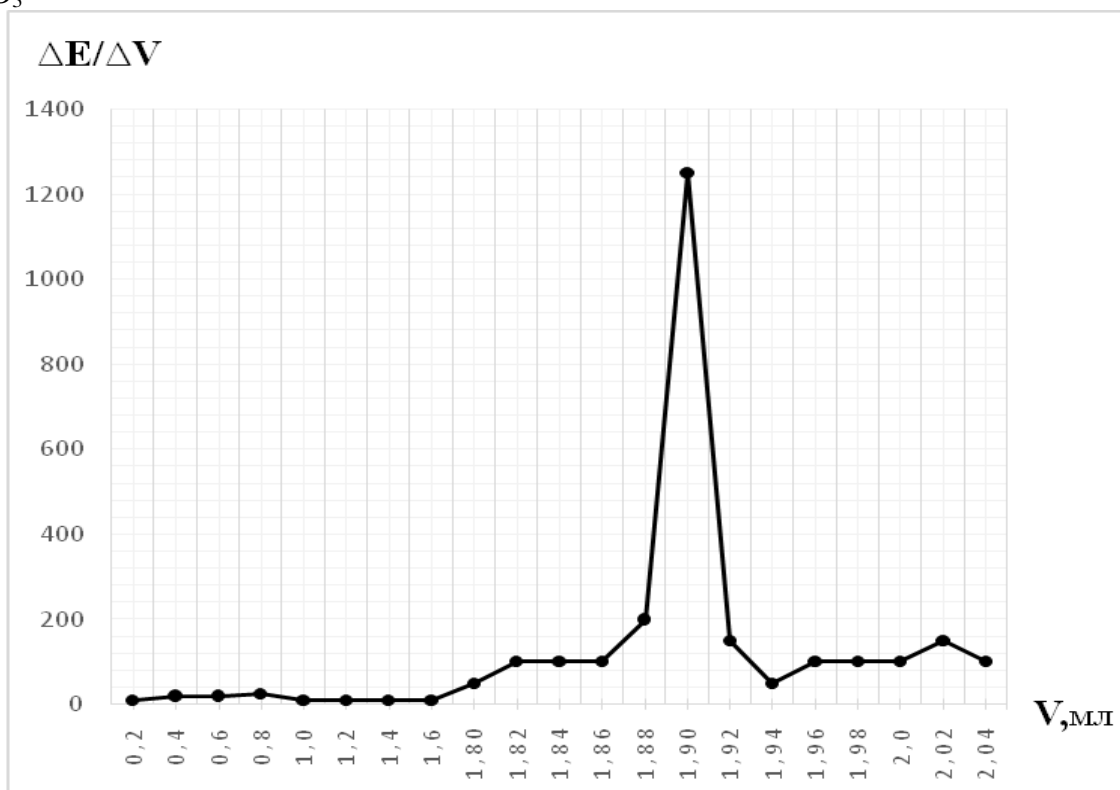


Рисунок 4 – Диференційна крива титрування катіону дидецилдиметиламоній хлориду розчином AgNO_3

За цими кривими визначено, який об'єм AgNO_3 пішов на титрування дидецилдиметиламоній 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 коефіцієнт розподілу.

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

$$C_B = \frac{C_H(AgNO_3) \cdot v(AgNO_3)}{v_{\text{проби}} \cdot 10 \text{ см}^3} \quad (5)$$

де C_B – концентрація катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водній фазі, екв/дм³; $C_H(AgNO_3)$ – концентрація титранту, екв/дм³; $v(AgNO_3)$ – об'єм аргентум нітрату, що пішов на титрування проби, см³; $v_{\text{проби}}$ – об'єм проби водного розчину дидецилдиметиламоній хлориду, см³.

Після титрування з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатору концентрацію катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водній фазі обчислювали за формулою:

$$C_B = \frac{0,001588 \times V \times 1000}{a \times M \times 5,00} \quad (6)$$

де C_B – молярна концентрація катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водній фазі після проведення екстракції, екв/дм³; 0,001588 – маса дидецилдиметиламоній хлориду, що відповідає одному мілілітру розчину додецилсульфату натрію концентрації $C_M(C_{12}H_{25}SO_4Na) = 0,0044 \text{ М}$ (моль/дм³), г; V – об'єм розчину додецилсульфату натрію, використаного на титрування; мл; a – об'єм досліджуваного розчину, що був взятий для аналізу, мл; M – молярна маса досліджуваної речовини дидецилдиметиламоній хлориду, г/моль; 5,00 – аліквота, що була взята для аналізу.

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

$$C_o = C_o(\text{ПАР}) - C_B \quad (7)$$

де C_o – концентрація катіону дидецилдиметиламоній хлориду в органічній фазі, екв/дм³; $C_o(\text{ПАР})$ – вихідна концентрація катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водному шарі до проведення екстракції, екв/дм³.

Розрахунок коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду між водною фазою та шаром дибутилсебацінату проводили за формулою:

$$k^{\text{ext}} = C_o / C_B \quad (8)$$

Результати визначення коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода-дибутилсебацінат наведені в табл. 2 та 3.

Таблиця 2 – Розрахунки концентрації катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водній фазі, в органічній фазі, коефіцієнту розподілу катіону методом потенціометричного титрування

№з/п	V AgNO ₃ , мл	C _B	C _o	K ^{ext}
1	1,90	0,0095	0,0005	0,0487
2	1,92	0,0096	0,0004	0,0371
3	1,90	0,0095	0,0005	0,0487
4	1,90	0,0095	0,0005	0,0487
5	1,92	0,0096	0,0004	0,0371
6	1,92	0,0096	0,0004	0,0371
7	1,90	0,0095	0,0005	0,0487

8	1,92	0,0096	0,0004	0,0371
9	1,90	0,0095	0,0005	0,0487
10	1,90	0,0095	0,0005	0,0487

Таблиця 3 – Розрахунки концентрації катіону дидецилдиметиламоній хлориду у водній фазі, в органічній фазі, коефіцієнту розподілу катіону титриметричним методом

№з/п	V лаурилсульфат натрію, мл	C_B	C_o	K^{ext}
1	11,1	0,0098	0,0002	0,0246
2	10,8	0,0095	0,0005	0,0515
3	11,1	0,0097	0,0003	0,0299
4	11,1	0,0097	0,0003	0,0299
5	10,9	0,0095	0,0005	0,0482
6	10,8	0,0095	0,0005	0,0515
7	10,8	0,0095	0,0005	0,0515
8	11,0	0,0096	0,0004	0,0373
9	11,0	0,0096	0,0004	0,0373
10	11,1	0,0098	0,0002	0,0246

Проведено статистичну обробку даних ($P=0,95$; $n=10$). Результати наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Результати статистичної обробки даних ($P=0,95$; $n=10$)

	Коефіцієнт розподілу (k^{ext}),	
	визначений методом потенціометричного титрування	визначений титриметричним методом
$\overline{K^{ext}}_{cp}$	0,0441	0,0402
S	0,0057	0,0101
S_r	0,1293	0,2519
ε	0,0041	0,0072
$(k^{ext})_{cp \pm \varepsilon}$	0,0441 \pm 0,0041	0,0409 \pm 0,0072

За результатами досліджень видно, що методом потенціометричного титрування було отримане значення коефіцієнту розподілу, яке дорівнює (0,0441 \pm 0,0041), а титриметричним методом – (0,0402 \pm 0,0072).

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 змішаного індикатору. Близькість значень, отриманих обома методами доводить правильність результатів.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено чисельне значення коефіцієнту розподілу катіону дидецилдиметиламоній хлориду на межі розподілу фаз вода – дибутилсебацінат методом потенціометричного титрування зі срібним електродом, яке дорівнює (0,0441 \pm 0,0041).
2. Титриметричним методом з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатору (еозину АБ та метиленового блакитного) доведено правильність результатів, отриманих потенціометричним титруванням. Коефіцієнт розподілу, встановлений цим методом, дорівнює (0,0402 \pm 0,0072).

3. Показано високу відтворюваність результатів ($S = 0,0056$, $S_r = 0,1293$ для методу потенціометричного титрування зі срібним електродом; $S = 0,0101$, $S_r = 0,2519$ для титриметричного методу з візуальною фіксацією точки еквівалентності за допомогою змішаного індикатору). Значення, отримані методом потенціометричного титрування, мають кращу відтворюваність, ніж результати, одержані титриметричним методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луганська О.В. Омелянчик Л.О., Коваленко Д.С. Електрохімічні та аналітичні характеристики іоноселективних електродів, оборотних до біологічно активних речовин: монографія. Запоріжжя: Запорізький національний університет 2011. 226 с.
2. Петрухин О. М. Ионоселективные электроды : учеб. пос. М. : Знание, 1986. 32 с.
3. Никольский Б.П. Ионоселективные электроды – Л. : Химия 1980. 240 с.
4. Mitsuhiro G., Yukihiko O., M. Miho Synergistic Bactericidal Effects of a Sublethal Concentration of Didecyldimethylammonium chloride (DDAC) and Low Concentrations of Nonionic Surfactants against. *Biocontrol Science* 2012. P. 175-186.
5. Барштейн Р. С. Кирилович В. И., Носовский Ю. Е. Пластификаторы для полимеров М.: Химия 1982. 200 с.
6. Егоров В.В. Гуличев А.Л., Лещев С.М. Исследования в области ионного обмена, экстракции и ионометрии. *Вестник БГУ*. 2009. №1. С.17-29.
7. Луганська О.В. Омелянчик Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу: навч. посібник із фіз.-хім. методів аналізу для студ. ВНЗ. Запоріжжя: ЗНУ 2008. – С. 7-9.
8. Герасимова Н.С. Потенциометрия : методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Аналитическая химия» М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана 2012. 48 с.
9. Погребенник В.Д. Романюк А.В. Експериментальні дослідження потенціалів іоноселективних електродів *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2008. № 608. С. 69-73.
10. Егоров В.В. Ионоселективные жидкостные электроды: проблемы описания и экспериментального определения селективности. *Российский химический журнал* 2008. №2. С. 37-51.
11. Пантелеева Л.Г. Инструкция № 09/04 по применению дезинфицирующего средства «Лизоформин-специаль» (производства фирмы «Лизоформ Др.Ханс Роземанн ГмбХ», Германия). М. 2004. 8 с.
12. Афиногенова А.Г. Инструкция № Д-17/09 по применению дезинфицирующих салфеток «ДИАСПРЕЙ С» (ООО «ИНТЕРСЭН-плюс», Россия). М. 2009. 10 с.

REFERENCES

1. Luhanska O.V. Omelianchuk L.O., Kovalenko D.S. Elektrokhimichni ta analitychni kharakterystyky ionoselektivnykh elektrodiv, oborotnykh do biolohichno aktyvnykh rehovyn: monohrafiia. Zaporizhzhia: Zaporizkyi natsionalnyi universytet 2011. 226 p.
2. Petruhin O. M. Ionoselektivnye ehlektrody. M. : Znanie 1986. 32 p.
3. Nikol'skij B.P Ionoselektivnye ehlektrody. L. : Himiya 1980. 240 p.

4. Mitsuhiro G., Yukihiro O., M. Miho Synergistic Bactericidal Effects of a Sublethal Concentration of Didecyldimethylammonium chloride (DDAC) and Low Concentrations of Nonionic Surfactants against. *Biocontrol Science* 2012. P. 175-186.
5. Barshtejn R. S. Kirilovich V. I., Nosovskij YU. E. *Plastifikatory dlya polimerov M.*: Himiya 1982. 200 p.
6. Egorov V.V. Gulichev A.L., Leshchev S.M. *Issledovaniya v oblasti ionnogo obmena, ehkstrakcii i ionometrii Vestnik BGU* 2009. №1. P.17-29.
7. Luhanska O.V. Omelianchuk L.O. *Fizyko-khimichni metody analizu: navch. posibnyk iz fiz.-khim. metodiv analizu dlia stud. VNZ. Zaporizhzhia: ZNU* 2008. P. 7-9.
8. Gerasimova N.S. *Potenciometriya : metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu laboratornyh robot po kursu «Analiticheskaya himiya».* M. : Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana 2012. 48 p.
9. Pohrebennyk V.D. Romaniuk A.V. *Eksperymentalni doslidzhennia potentsialiv ionoselektivnykh elektrodiv. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhniky"* 2008. № 608. P. 69-73.
10. Egorov V.V. *Ionoselektivnye zhidkostnye elektrody: problemy opisaniya i eksperimentalnogo opredeleniya selektivnosti. Rossijskij himicheskij zhurnal* 2008. №2. P. 37-51.
11. Panteleeva L.G. *Instrukciya № 09/04 po primeneniyu dezinficiruyushchego sredstva «Lizoformin-special'» (proizvodstva firmy «Lizoform Dr.Hans Rozemann GmbH», Germaniya)* M. 2004. 8 p.
12. Afinogenova A.G. *Instrukciya № D-17/09 po primeneniyu dezinficiruyushchih salfetok «DIASPREJ S» (ООО «INTERSEHN-plyus», Rossiya)* M. 2009. 10 p.

Рецензенти: Василенко Т.Г., к.х.н., доцент кафедри природничих наук Запорізької державної інженерної академії
Петруша Ю.Ю., к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ