

*Алпысбаева Г.Ж., Антонова М.С. Хроматографическое разделение смеси уксусной кислоты, ацетата и хлорида натрия // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2017. – № 05 (май). – АРТ 95-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК 543.054/ 543.555.4

**Алпысбаева Гульжазира Жанибековна**

студентка 2 курса, химико-биологический факультет

e-mail: [qwertysimpleplan@mail.ru](mailto:qwertysimpleplan@mail.ru)

**Антонова Марина Сергеевна**

студентка 2 курса, химико-биологический факультет

e-mail: [marinangel97@mail.ru](mailto:marinangel97@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

г. Оренбург, Российская Федерация

**ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ  
УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ, АЦЕТАТА И ХЛОРИДА НАТРИЯ**

*Аннотация:* В статье рассматривается хроматографическое разделение смеси уксусной кислоты, ацетата и хлорида натрия, а также рассчитывается ошибка.

*Ключевые слова:* смесь кислот, потенциометрическое титрование, ионообменная хроматография.

**Alpysbaeva Gulzhazira Zhanibekovna**

2nd student, faculty of chemistry and biology

e-mail: [qwertysimpleplan@mail.ru](mailto:qwertysimpleplan@mail.ru)

**Antonova Marina Sergeevna**

2nd student, faculty of chemistry and biology

e-mail: [marinangel97@mail.ru](mailto:marinangel97@mail.ru)

FGBOU VO "Orenburg state University"

Orenburg, Russian Federation

## **CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF A MIXTURE OF ACETIC ACID, ACETATE AND SODIUM CHLORIDE**

*Abstract:* the article discusses the chromatographic separation of a mixture of acetic acid, acetate and chloride of sodium, and calculates the error.

*Key words:* mixture of acids, potentiometric titration, ion-exchange chromatography.

Хроматографический метод анализа очень часто применяется для разделения смесей различного состава. Впервые этот метод был предложен в 1903г. русским ученым М. С. Цветом.

Сущность данного метода анализа заключается в следующем. Раствор смеси веществ, подлежащих разделению, пропускают через стеклянную трубку с адсорбентом – хроматографическую колонку.

Адсорбенты - твердые тела, на поверхности которых происходит поглощение (адсорбция) отдельных компонентов анализируемой смеси.

Вследствие различной адсорбируемости и скорости передвижения веществ в смеси на различной высоте столба адсорбента образуются отдельные зоны (слои). Вещества, обладающие большей способностью адсорбироваться, поглощаются в верхней части адсорбционной колонки, хуже адсорбируемые - располагаются ниже. Вещества, не способные адсорбироваться данным адсорбентом, проходят через колонку, не задерживаясь, и собираются в фильтрате.

Разделение смеси уксусной кислоты, ацетата и хлорида натрия проводили при помощи ионообменной хроматографии.

Данный вид хроматографического анализа основан на задержании молекул веществ в неподвижной фазе, обусловленном их связыванием с поверхностью твердого гидрофильного материала сплошных или пористых гранул, находящихся в контакте с жидким элюентом. В отличие от абсорбции, ионный обмен описывается стехиометрическим химическим уравнением, что важно и для ионной хроматографии. Однако в ионообменниках часто наблюдается и физическая адсорбция. Разделение в этом случае происходит благодаря разному сродству компонентов определяемой смеси к неподвижной фазе и, следовательно, разным скоростям перемещения по колонке.

Другими словами, такая хроматография основана на распределении ионов смеси одного знака заряда между раствором и ионообменником (ионитом). Ионообменники поглощают из раствора положительно или отрицательно заряженные ионы в обмен на эквивалентное количество ионов того же знака заряда ионообменника.

Кроме ионообменной хроматографии в работе описано потенциометрическое титрование.

В основе такого титрования лежит измерение потенциала электрода, погруженного в раствор. Величина потенциала пропорциональна концентрации соответствующих ионов в растворе. Электрод, по потенциалу которого судят о концентрации определяемых ионов в растворе, называют индикаторным электродом. Потенциал индикаторного электрода определяют, сравнивая его с постоянной величиной потенциала электрода сравнения. Обычно в качестве электрода сравнения применяют хлорсеребряный электрод или каломельный электрод.

#### Проведение эксперимента

Суть данной работы заключается в том, что анализируемый раствор пропускают через сильнокислотный катионообменник в Н-форме, в результате ионного обмена получается смесь кислот HCl и CH<sub>3</sub>COOH, содержание каждой кислоты определяют потенциометрически, титруя элюат раствором щелочи.

Содержание свободной уксусной кислоты CH<sub>3</sub>COOH в исходной смеси определяют титрованием пробы исходного анализируемого раствора уксусной кислоты CH<sub>3</sub>COOH в исходной смеси определяют титрованием пробы исходного анализируемого раствора.

Приборы и реактивы:

- хроматографическая колонка длиной 300 мм, диаметром 15 мм, содержащая 10 г;
- катионообменника КУ-2;
- потенциометр со стеклянным и хлорсеребряным электродами;
- магнитная мешалка;

- стаканы вместимостью 150 и 200 мл;
- пипетка вместимостью 10 мл;
- бюретка вместимостью 25 мл;
- мерная колба вместимостью 100 мл;
- Стандартный раствор NaOH, 0,098 М
- Анализируемый раствор (CH<sub>3</sub>COOH, CH<sub>3</sub>COONa, NaCl)

Массы веществ в исходной смеси:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2225\text{г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,2010\text{г}$$

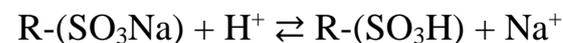
$$m(\text{NaCl}) = 0,1903\text{г}$$

#### Ход работы

1 этап: переводение катионообменника в Н-форму.

Через колонку пропускали 2 М раствор HCl со скоростью 1—2 капли/с до кислой среды. Затем катионообменник отмывали от кислоты 200—250 мл дистиллированной воды (скорость пропускания 2-3 капли/с). При этом периодически проверяли pH среды с помощью индикаторной бумаги. Промывание проводили до получения нейтральной среды.

Схематично уравнение реакции имеет вид:



(1)

2 этап: проведение ионного обмена.

Анализируемый раствор поместили в мерную колбу на 100 мл, довели объем раствора до метки дистиллированной водой, перемешали. Пипеткой отобрали 10 мл раствора и пропустили его через колонку со скоростью

1 капля/с. Элюат собирали в стакан вместимостью 150 мл. Для полного вымывания выделившихся кислот через колонку пропускали 100 мл дистиллированной воды порциями по 15 мл, без потерь собирая элюат в тот же стакан.

Данному процессу соответствуют следующие реакции:



3 этап: потенциметрическое титрование.

В стакан с элюатом, содержащим растворы кислот,грузили электроды (индикаторный — стеклянный, электрод сравнения — хлоридсеребряный), бюретку заполнили стандартным раствором NaOH, титровали.

Титрование протекало согласно следующим реакциям:



Результаты титрования можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты потенциметрического титрования элюата

V(NaOH), мл	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
pH	2,45	2,9	3,05	3,12	3,41	3,57	4,21	5,6	5,84	6,05	6,15
V(NaOH), мл	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
pH	6,18	6,23	6,28	6,34	6,54	6,57	6,62	7,91	10,5	10,78	10,81

На основании полученных данных был построен график 1.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

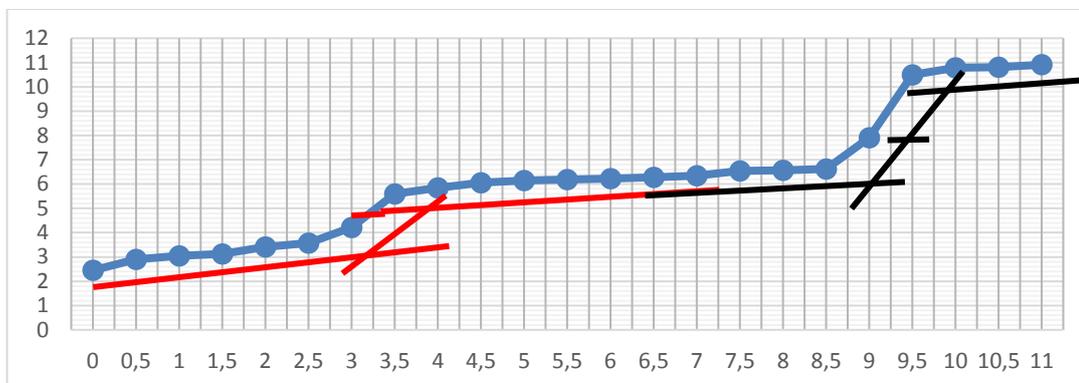


График 1 – Кривая потенциометрического титрования элюата

Титрант приливали по 0,5 мл и фиксировали изменение рН. Как видно по графику, имеем две ТЭ, каждая из которых соответствует хлороводородной и уксусной кислоте.

Для определения содержания исходной  $\text{CH}_3\text{COOH}$  из мерной колбы отобрали пипеткой 10 мл анализируемого раствора, поместили в стакан вместимостью 150 мл, добавили 50 мл дистиллированной воды и титровали раствором  $\text{NaOH}$ . По кривой потенциометрического титрования определили объем раствора  $\text{NaOH}$  ( $V$ , мл), пошедший на титрование  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

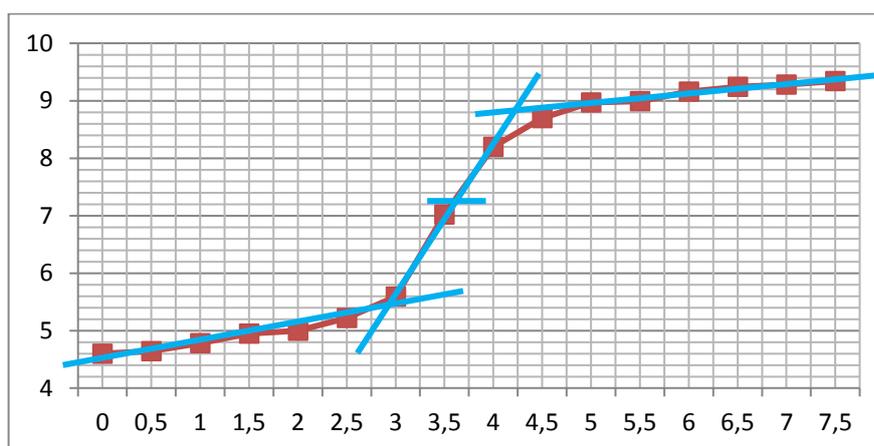


График 2 – Потенциометрическое титрование уксусной кислоты

Содержание  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NaCl}$  (в г) вычисляют по формулам:

$$g_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{C(f_{\text{экв NaOH}})(V_2 - V_1 - V) \cdot M(f_{\text{экв CH}_3\text{COONa}})}{1000} \cdot \frac{V_K}{V_{\Pi}}$$

$$g_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C(f_{\text{экв NaOH}})V \cdot M(f_{\text{экв CH}_3\text{COOH}})}{1000} \cdot \frac{V_K}{V_{\Pi}}$$

$$g_{\text{NaOH}} = \frac{C(f_{\text{экв NaOH}})V_1 \cdot M(f_{\text{экв NaCl}})}{1000} \cdot \frac{V_K}{V_{\Pi}}$$

Подставляя данные, получаем следующие результаты:

$$g(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,098 \cdot 3,6 \cdot 60 \cdot 100}{1000 \cdot 10} = 0,2117 \text{ г}$$

$$g(\text{CH}_3\text{COONa}) = \frac{0,098 \cdot 2,3 \cdot 86 \cdot 100}{1000 \cdot 10} = 0,1938 \text{ г}$$

$$g(\text{NaCl}) = \frac{0,098 \cdot 3,2 \cdot 58,5 \cdot 100}{1000 \cdot 10} = 0,1835 \text{ г}$$

Сравнить полученные результаты можно в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение

В анализируемой смеси было:	В результате было получены следующие результаты:
$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2225 \text{ г}$	$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2117 \text{ г}$
$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,2010 \text{ г}$	$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,1938 \text{ г}$
$m(\text{NaCl}) = 0,1903 \text{ г}$	$m(\text{NaCl}) = 0,1835 \text{ г}$

Ошибка составляет:

для уксусной кислоты  $\frac{0,2117 - 0,2225}{0,2225} \cdot 100\% = 4,9\%$

для ацетата натрия  $\frac{0,1938 - 0,2010}{0,2010} \cdot 100\% = 3,5\%$

для хлорида натрия  $\frac{0,1835 - 0,1903}{0,1903} = 3,5\%$

Ошибка не превышает 5%.

### Вывод

Таким образом, хроматографически разделили смесь уксусной кислоты, ацетата и хлорида натрия, и выбранный нами метод разделения смеси отлично подходит для данной смеси веществ.

### Список использованной литературы:

1. Betina Y. (Editor) Chromatographia of Mycotoxins: Techniques and Applications. Elsevier, Amsterdam, 1993, 440 p.
2. Айвазов Б.В. Введение в хроматографию. – М.: Высш.шк., 1983 – с. 8-18, 48-68, 88-233.
3. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. - М.: Высшая школа, 1991.-256 с.
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ, книга первая, изд.4-е, перераб. М., «Химия», 1976 – с. 119-125.
5. Сакодынский К.И., Орехов Б.И. Хроматография в науке и технике. – М.: Знание, 1982 – с. 3-20, 28-38, 58-59.

*Дата поступления в редакцию: 16.05.2017 г.*

*Опубликовано: 19.05.2017 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2017*

*© Алпысбаева Г.Ж., Антонова М.С., 2017*

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

**Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.**

**(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)**

**Сайт:** [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

**e-mail:** [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)