

РАЗДЕЛЕНИЕ ИОНОВ СЕЛЕНА (IV), ТЕЛЛУРА (IV)  
И ЗОЛОТА (III) В ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ  
МЕТОДАМИ ХРОМАТОГРАФИИ И  
ЭЛЕКТРОХРОМАТОГРАФИИ НА БУМАГЕ

Д. С. ГАЙБАҚЯՆ и Р. Т. ЕГИҚЯՆ

Ереванский государственный университет

Поступило 25 IX 1973

Методом хроматографии и электрохроматографии на бумаге и в тонком слое окиси алюминия изучены поведение, варианты разделения и идентификации микрограммовых количеств ионов селена (IV), теллура (IV) и золота (III) в щелочных растворах

Рис. 1, табл. 3, библиограф. ссыл. 5.

В предыдущих работах были изучены возможности разделения ионов селена (IV), теллура (IV) и золота (III) методом хроматографии на бумаге в растворах органических кислот [1], роданида аммония [2] и трилона Б [3], содержащих и не содержащих соляную кислоту, а также электрохроматографическим методом на бумаге [2,4].

Целью данной работы являлось исследование поведения указанных ионов в щелочных растворах методами хроматографии и электрохроматографии на бумаге для разработки способов их разделения. Изучена зависимость величины миграции и  $R_f$  этих ионов от концентрации раствора гидроокиси натрия в качестве подвижной фазы и электролита.

Методика исследования и приготовление стандартных растворов исследуемых ионов приведены в работе [5].

## Полученные результаты и их обсуждение

*Хроматография на бумаге.* Зависимость  $R_f$  ионов селена (IV), теллура (IV) и золота (III) от концентрации щелочи, приведенной на рисунке, показывает, что ионы селена, независимо от концентрации щелочи, обладают большой подвижностью на бумаге;  $R_f$  больше 0,9. В щелочных растворах вследствие гидролиза ионы золота на бумаге перемещаются мало, не отрываясь от стартовой линии, а зона его имеет диффузный характер. Зоны ионов теллура занимают промежуточное положение между золотом и селеном. При концентрации щелочи больше 0,01  $n$   $R_f$  заметно возрастает. Значительная разница в величинах  $R_f$  разделяемых ионов наблюдается в разбавленных растворах щелочи, а именно, в интервале концентрации 0,0001—0,01  $n$ . В указанных ра-

створах обеспечивается количественное разделение ионов золота (III), селена (IV) и теллура (IV);  $R_f$  указанных ионов составляет соответственно 0—0,22; 0,90; 0,5—0,6.

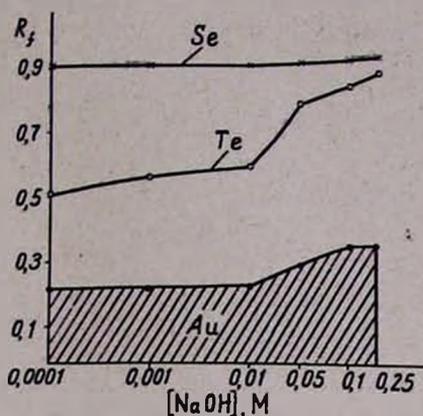


Рис. Зависимость  $R_f$  ионов селена(IV), теллура(IV) и золота(III) от концентрации NaOH методом хроматографии на бумаге.

В табл. 1 приведены данные о возможности разделения отдельных пар элементов и о степени их разделения [5].

Таблица 1

Разделение ионов селена(IV), теллура(IV) и золота(III) методом хроматографии на бумаге

| Подвижная фаза NaOH и его концентрация, г-экв/л | Разделяемые пары элементов | $\Delta R_f$ | Степень разделения |
|---|----------------------------|--------------|--------------------|
| 0,0001  | Te/Se                      | 0,40         | 9,0                |
| 0,0001  | Au/Se                      | 0,78         | 32,0               |
| 0,0001  | Au/Te                      | 0,29         | 3,54               |
| 0,05  | Te/Se                      | 0,13         | 3,6                |
| 0,05  | Au/Se                      | 0,63         | 33,2               |
| 0,05  | Au/Te                      | 0,50         | 9,3                |

Таблица 2

Зависимость  $R_f$  ионов селена(IV), теллура(IV) и золота(III) от концентрации хлористого натрия методом хроматографии на бумаге

| Концентрация NaCl, г-экв/л | $R_f$ ионов |           |         |
|----------------------------|-------------|-----------|---------|
|                            | Se(IV)      | Te(IV)    | Au(III) |
| 0,0001                     | 0,99        | 0,36—0,80 | 0—0,45  |
| 0,001                      | 0,99        | 0,40—0,77 | 0—0,45  |
| 0,01                       | 0,97        | 0,44—0,73 | 0,63    |
| 0,05                       | 0,96        | 0,44—0,63 | 0,63    |
| 0,10                       | 0,95        | 0,44—0,63 | 0,63    |
| 0,25                       | 0,90        | 0,95      | 0,63    |

В следующих сериях опытов были использованы в качестве подвижной фазы растворы хлорида натрия различной концентрации. Данные табл. 2 показывают, что ионы селена (IV), независимо от концентрации раствора NaCl, имеют большую подвижность с компактной формой зон. При концентрации 0,0001—0,1 н NaCl из-за хорошего, но нелинейного характера сорбции на бумаге зоны ионов теллура имеют вытянутую форму, зоны же ионов золота—компактную форму в пределах концентрации соли 0,01—0,25 н, ниже которого зоны этих ионов, начи-

ная со стартовой линии, имеют диффузный характер. Применение растворов NaCl больше 0,25 *n* нецелесообразно, т. к. при этом ионы теллура передвигаются на бумаге с фронтом растворителя вследствие их конкурирующего действия с ионами натрия. Таким образом, в растворах хлорида натрия возможно разделение лишь отдельных пар ионов, но не при совместном присутствии золота, селена и теллура. Применение растворов гидроокиси аммония различной концентрации и объемного соотношения с *n*-бутанолом не дало удовлетворительных результатов разделения.

**Электрохроматография.** Известно, что ионы селена (IV) и теллура (IV) в щелочных растворах находятся в основном в виде анионов  $\text{SeO}_3^{2-}$  и  $\text{TeO}_3^{2-}$ . Ионы же золота (III) в зависимости от концентрации щелочи могут находиться в виде гидроксохлораурат-, хлораурат-, гидроксокомплексных ионов или их смесей в различных соотношениях.

Таблица 3

Зависимость пройденного пути ионов селена(IV), теллура(IV) и золота(III) методом электрохроматографии на бумаге от концентрации раствора едкого натра, напряжения и продолжительности процесса

| Концентр.<br>NaOH,<br>г·экв/л | Напря-<br>жение, в | Продолж.<br>процесса,<br>мин | Пройденный путь ионов, мм |          |          |
|-------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|----------|----------|
|                               |                    |                              | Se (IV)                   | Te (IV)  | Au (III) |
| 0,0001                        | 1000               | 120                          | 70                        | -10      | 0        |
| 0,001                         |                    |                              | 145                       | -7       | 0; 47    |
| 0,01                          |                    |                              | 140                       | 0; 36    | 0; 107   |
| 0,05                          |                    |                              | 115                       | 0; 46-62 | 0; 69    |
| 0,10                          |                    |                              | 72                        | 46       | 0; 40    |
| 0,25                          |                    |                              | 48                        | 32       | 0; 23    |
| 0,0001                        | 1000               | 45                           | 19-57                     | 0        | 0-26     |
| 0,001                         |                    |                              | 44-90                     | 0        | 0-37     |
| 0,01                          |                    |                              | 81                        | 0        | 0-50     |
| 0,05                          |                    |                              | 20                        | 0        | 0-25     |
| 0,10                          |                    |                              | 16                        | 0        | 0; 11    |
| 0,25                          |                    |                              | 3                         | 5        | 5        |
| 0,0001                        | 480                | 50                           | 63                        | 0        | 0-60     |
| 0,001                         |                    |                              | 74                        | -7       | 0-67     |
| 0,01                          |                    |                              | 40                        | -(0-20)  | 0-54     |
| 0,05                          |                    |                              | 22                        | -(0-14)  | 0-35     |
| 0,10                          |                    |                              | 22                        | 0        | 22       |
| 0,25                          |                    |                              | 14                        | 0        | 16       |

Примечание: знаком минус обозначаются случаи, когда ионы перемещаются к катоду, а в других случаях к аноду.

Метод электрохроматографии разделения исследуемых ионов в тонком слое окиси алюминия не дал положительных результатов, т. к. в широком интервале концентрации электролита—раствора гидроокиси натрия, они остались неподвижными на месте их нанесения, что объясняется высоким сорбционным свойством рассматриваемых ионов к окиси алюминия в указанных условиях. Предварительные опыты показали, что

в опытах с напряжением 1000 в целесообразно применение бумаги шириной в 10 см, а при 480 в—в 8 см.

Данные табл. 3 показывают, что при напряжении 480 в, продолжительности опыта 50 мин., ширине полоски бумаги 8 см с увеличением концентрации раствора щелочи в основном уменьшается подвижность ионов селена (IV), максимальная же подвижность наблюдается при концентрации электролита 0,001 н. Уменьшение миграции ионов селена с дальнейшим повышением концентрации раствора щелочи объясняется в основном мешающим влиянием ионов гидроксила. Ионы же теллура при концентрациях щелочи 0,0001, 0,1 и 0,25 н остаются неподвижными на месте нанесения, а в интервале 0,001—0,05 н они, имея положительные заряды, перемещаются к катоду. В интервале же концентрации щелочи 0,0001—0,5 н зоны ионов золота вытянуты на расстояние ~60 мм с места их нанесения. Это объясняется гидролизом ионов золота и образованием гидроксосоединения, которые трудно мигрируют в электрическом поле.

Из табл. 3 видно, что более приемлемым является высокое напряжение (1000 в) и бумага шириной в 10 см при продолжительности процесса 120 мин. В указанных условиях ионы селена максимально мигрируют при концентрации электролита 0,001—0,01 н, при дальнейшем ее повышении пройденный ионами путь сокращается. При концентрации щелочи 0,0001—0,001 н ионы теллура показывают катодную миграцию, в интервале же концентрации 0,01—0,05 н щелочи они образуют две зоны: на месте нанесения и перемещения к катоду. Часть ионов золота в широком интервале концентрации щелочи остается также на месте нанесения вследствие частичного восстановления его, другая часть мигрирует к аноду. Максимальная миграция наблюдается при концентрации электролита 0,01 н.

ՍԵԼԵՆԻ (IV), ՏԵԼՈՒՐԻ (IV) ԵՎ ՈՍՎՈՒ (III) ԻՈՆՆԵՐԻ ԲԱԺԱՆՈՒՄ  
ԱԼՎԱԼԻԱԿԱՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ, ՔՐՈՄՍՏՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ԵՎ  
ԷԼԵԿՏՐՈՔՐՈՄՍՏՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ ԹՂԹԻ ՎՐԱ

Դ. Ս. ԳԱՅՐԱԿՅԱՆ և Ռ. Տ. ԵՂԻՎՅԱՆ

Ուսումնասիրված է սելենի (IV), տելուրի (IV) և ոսկու (III) իոնների միկրոգրամային քանակների նույնականացումը, բաժանումը, լիցքը և վարքը քրոմատոգրաֆիական և էլեկտրաքրոմատոգրաֆիական մեթոդներով ալյումինումի օբսիդի նուրբ շերտի և թղթի վրա որպես շարժուն ֆազ և էլեկտրոլիտ օգտագործելով հիմնային լուծույթներ:

Հաստատված են, որ բաժանվող իոնների  $R_f$ -ների նշանակալից տարբերություն ստացվում է հիմքի 0,001—0,01 և լուծույթներում:

Այդ պայմաններում ապահովվում է սելենի, տելուրի և ոսկու իոնների քանակական բաժանումը, նրանց  $R_f$ -ները կազմում են համապատասխանաբար 0,9, 0,56—0,60 և 0—0,22:

Առաջարկված են սելենի, տելուրի և ոսկու իոնների նույնականացման և բաժանման տարբերակներ:

SEPARATION OF SELENIUM(IV), TELLURIUM(IV) AND GOLD(III)  
IN ALKALINE SOLUTIONS BY THE METHODS OF PAPER  
CHROMATOGRAPHY AND ELECTROCHROMATOGRAPHY

D. S. GAYBAKIAN and R. T. YEGHIKIAN

Separation and Identification of microgramm quantities of selenium(IV), tellurium(IV) and gold(III) in alkaline solution has been studied using the methods of chromatography and electrochromatography on paper and on thin layers of aluminium oxyde.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д. С. Гайбалян, Р. Т. Егикян, Уч. зап. ЕГУ, Ест. науки, № 1, 53 (1973).
2. Р. Т. Егикян, Д. С. Гайбалян, ЖАХ (в печати).
3. Р. Т. Егикян, Д. С. Гайбалян, Арм. хим. ж., 26, 909 (1973).
4. Д. С. Гайбалян, Р. Т. Егикян, Арм. хим. ж., 25, 817 (1972).
5. Г. М. Варшал, В. А. Сычкова, Л. С. Шулик, ЖАХ, 25, 2177 (1970).