

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ФТИ

_____ О.Ю. Долматов
« __ » _____ 2014 г.

В.А. Карелин

ВЫДЕЛЕНИЕ ^{234}Th НА АДСОРБЦИОННОМ НОСИТЕЛЕ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по курсу «Радиохимия» для студентов III курса,
обучающихся по направлению 240501
«Химическая технология материалов
современной энергетики»

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 543.52:546.791

ББК 00000

A00

Карелин В.А.

A00 Выделение ^{234}Th на адсорбционном носителе: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Радиохимия» для студентов III курса, обучающихся по направлению 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» / В.А. Карелин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 8 с.

УДК 543.52:546.791

ББК 00000

Методические указания рассмотрены и рекомендованы

к изданию методическим семинаром кафедры

ХТРЭ ФТИ

«___»_____ 2014 г.

Зав. кафедрой ХТРЭ ФТИ

доктор технических наук, профессор _____*А.Н. Дьяченко*

Председатель учебно-методической

комиссии _____*И.О. Фамилия*

Рецензент

Канд. хим. наук, доцент каф. ХТРЭ ФТИ ФГБОУ НИ ТПУ

Р.В. Оствальд

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014

© Карелин В.А., 2014

Содержание

	Введение	4
1	Соосаждение	4
2	Адсорбция на гидроксидах	5
3	Радиоактивные семейства	5
4	Выделение Ux_1 на адсорбционном носителе	5
4.1	Реактивы, приборы	5
4.2	Экспериментальная часть	6
5	Техника безопасности	7
	Библиография	7

Введение

Разделение элементов, в том числе и радиоактивных, проводят в двухфазных гетерогенных системах, в которых разделяемые элементы распределяются между фазами в различной степени. Используют все возможные двухфазные системы: жидкость-жидкость, жидкость-газ, жидкость-твердое, твердое-газ.

Разделение веществ в этих системах описывается термодинамикой гетерогенных равновесий и кинетикой гетерогенных физико-химических процессов.

Особенно важными для радиохимии являются **закономерности распределения микроконцентраций радиоактивных изотопов между раствором и твердой фазой и между двумя жидкими фазами.**

К ним относятся методы соосаждения, кристаллизации, адсорбции, электрохимического осаждения, ионного обмена и жидкостной экстракции.

1 Соосаждение

Радиоактивные изотопы, находясь в растворе в микроконцентрациях $< 10^{-7}$ М, не могут осаждаться с образованием собственной твердой фазы, так как не достигается произведение растворимости их труднорастворимых соединений.

Поэтому для выделения микрокомпонента в твердую фазу применяются носители, образующие твердую фазу и выступающие в качестве макрокомпонента.

Процессы, в которых микрокомпонент извлекается из раствора осаждающимся макрокомпонентом, называются **соосаждением.**

Носителем могут служить ионы нерадиоактивного изотопа данного химического элемента изотопный носитель или ионы элемента, сходного с радиоактивным изотопом по химическим свойствам или неизотопный носитель.

Соосаждение возможно и с несходным по химическим свойствам элементом, если носитель образует осадки с сильно развитой поверхностью.

В процессе образования осадка носителем (макрокомпонентом), происходит распределение радиоактивного изотопа, находящегося в растворе в микроконцентрации микрокомпонента между твердой фазой и раствором.

Соосаждение с кристаллическими осадками, при котором микрокомпонент распределяется по всему объему твердой фазы, участвуя в построении кристаллической решетки макрокомпонента, называется **сокристаллизацией.**

Процесс осаждения микрокомпонента на поверхности твердой фазы макрокомпонента (включая внутреннюю поверхность) называется **адсорбцией.**

Закон распределения микроконцентраций радиоактивных элементов между твердой кристаллической фазой и раствором называется **законом Хлопина** и формулируется так:

"Если два вещества способны образовывать смешанные кристаллы (являются изоморфными или изодиморфными) и концентрация одного из них очень мала, то распределение этого вещества (микрокомпонента) между кристаллической фазой и раствором при постоянной температуре и давлении характеризуется постоянной величиной коэффициента кристаллизации и не зависит от количественного соотношения фаз"

Хлопиным экспериментально было получено уравнение, выражающее этот закон.

Приведем уравнение закона Хлопина в том виде, который придали ему Гендерсон и Кречек:

$$\frac{x}{y} = D \frac{a - x}{b - y}$$

где x – количество микрокомпонента в кристаллах;
 y – количество макрокомпонента в кристаллах;
 a – общее количество микрокомпонента в системе;
 b – общее количество макрокомпонента в системе;
 D – коэффициент кристаллизации.

2 Адсорбция на гидроксидах

Адсорбционные методы используются для выделения радиоактивных изотопов из растворов.

Адсорбция ионов может осуществляться на мелкокристаллических осадках, осадках с сильноразвитой поверхностью типа гидроксидов, силикагеля, на частицах суспензий, коллоидов, угля, ионообменных веществах.

Адсорбция ионов на гидроксидах многовалентных металлов отличается от адсорбции на кристаллах. Важнейшим отличительным признаком является непостоянство свойств поверхности таких адсорбентов.

Для гидроксидов характерно три вида адсорбции: ионообменная, молекулярная и хемосорбция.

Наиболее хорошо изучена адсорбция ионов $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Гидроксиды железа могут адсорбировать катионы путем первичной ионообменной адсорбции в потенциалобразующем слое, имеющем положительный заряд за счет катионов Fe^{3+} и Al^{3+} .

3 Радиоактивные семейства

Природные тяжелые радиоактивные элементы образуют 3 ряда генетически связанных между собой изотопов, начинающихся с ^{238}U , ^{235}U и ^{232}Th .

На рис. 1 показан радиоактивный ряд ^{238}U .

Родоначальник ряда ^{238}U . В результате α -распада ^{238}U превращается в β -активный изотоп ^{234}Th (UX_1). Изотоп ^{234}Th можно выделить с радиохимической чистотой из материнского ^{238}U на гидроксиде железа.

4 Выделение UX_1 на адсорбционном носителе

4.1 Реактивы, приборы (расходы приведены на однократное проведение работы):

- уранилнитрат $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, 20 %-ный раствор – 1 мл;
- карбонат аммония, свежеприготовленный раствор – 3 мл;
- хлорид железа (3+), концентрированный раствор – 2 мл;
- HCl , концентрированная – 10 мл;
- водяная баня;
- центрифуга;

– пересчетный прибор УМФ-5000.

U	^{238}U 4,5·10 ⁸ лет	β	^{234}U III 2,33·10 ⁵ лет						92
Pa	α	β	UX_2 1,17 мин	α					91
Th	$^{234}\text{UX}_1$ 24,1 дня			^{230}Th 8,3·10 ⁴ лет					90
Ac				α					89
Ra				^{226}Ra 1590 лет					88
Fr				α					87
Rn				^{222}Rn 3,825 дня					86
At				α	^{218}At 2 с				85
Po				^{218}RaA 3,05 мин	β	$^{214}\text{RaC}^I$	^{210}RaF 138 дней		84
Bi				α	^{214}RaC 19,7 мин	α	^{210}RaE 5 дней		83
Pb				^{214}RaB 26,8 мин	β	^{210}RaD 22 года	α	^{206}RaG	82
Tl					$^{210}\text{RaC}^{II}$ 1,32 мин	β	$^{206}\text{RaE}^{II}$ 4,19 мин		81

Рис. 1. Радиоактивный ряд $^{238}\text{U}_{92}$

4.2 Экспериментальная часть

4.2.1 В центрифужную пробирку вносят 0,5 мл раствора нитрата уранила $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, добавляют 12 капель дистиллированной воды и 1,5 мл раствора карбоната аммония. Раствор перемешивают и отбирают микропипеткой 0,2 мл раствора на мишень из алюминиевой фольги, упаривают на плитке и определяют β -активность A_1 , имп/100 с на мишени.

4.2.2 Для осаждения изотопа ^{234}Th вносят в центрифужную пробирку 0,5 мл раствора $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, добавляют 12 капель раствора хлорида железа (3+) и 1,5 мл раствора карбоната аммония. Записывают общий объем раствора (V).

Содержимое пробирки перемешивают и нагревают на кипящей водяной бане 2 минуты. Затем отделяют осадок центрифугируют и раствор сливают.

4.2.3 Осадок гидроксида железа с адсорбированным ^{234}Th промывают горячим раствором карбоната аммония, разбавленного водой 1 : 1, и центрифугируют. Отделяют промывную жидкость. Операцию промывки повторяют 1 раз. Измеряют активность промывных вод.

4.2.4 Промытый осадок растворяют в минимальном количестве концентрированной HCl и разбавляют дистиллированной водой до исходного объема V.

Полученный раствор перемешивают и отбирают 0,2 мл раствора на мишень из алюминиевой фольги, упаривают на плитке и определяют активность A_2 , имп/100 с на мишени.

4.2.5 Рассчитывают захват ^{234}Th гидроксидом железа, %:

$$\frac{A_2}{A_1} \cdot 100 = \dots\%$$

4.2.6 Полученные образцы $^{234}_{90}\text{Th}$ на гидроксиде железа используют для определения периода полураспада этого изотопа.

5 Техника безопасности

5.1 Работающие с радиоактивными веществами надевают перед работой халат и резиновые перчатки.

5.2 Все работы с открытыми радиоактивными веществами, при которых возможно их поступление в воздух (выпаривание, кипячение, прокаливание и т.д.) должны вестись в вытяжном шкафу.

5.3 Запрещается работать в лаборатории, если на руках и лице имеются порезы.

5.4 Все радиоактивные отходы собираются в бутылку с надписью "ОТХОДЫ".

5.5 По окончании работы тщательно вымыть руки с мылом, а затем приступить к оформлению отчета в рабочей тетради.

5.6 Будьте внимательны при работе на счетных установках. Помните, что на счетную трубку подается высокое напряжение !!!

5.7 Кроме того, при работе в радиохимической лаборатории необходимо соблюдать правила, установленные для работы в обычной химической лаборатории.

Библиография

1. Краткий курс радиохимии. /Под редакцией А.В. Николаева. – М.: Высшая школа, 1969.

2. Несмеянов А.Н. Радиохимия. – М.: Химия, 1978.

3. Крешков А.П. Основы аналитической химии, Т. 3. – М: Химия, 1977.

Учебное издание

КАРЕЛИН Владимир Александрович

ВЫДЕЛЕНИЕ ^{234}Th НА АДСОРБЦИОННОМ НОСИТЕЛЕ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по курсу «радиохимия» для студентов III курса,
обучающихся по направлению 240501
Химическая технология материалов
современной энергетики»


Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета

Подписано к печати 00.00.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 2,7. Уч.-изд. л. 8,16.
Заказ 000-13. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru