

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 $T_{1/2}$ И $T_{1/2}''$ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПЕРИОДОВ ПОЛУРАСПАДА

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 ThC и ThC'' и определение их периода полураспада: 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	Электрохимический метод выделения радиоактивных элементов	4
2	Метод атомов отдачи	5
3	Оборудование и реактивы	5
4	Последовательность выполнения работы	6
	Библиография	7

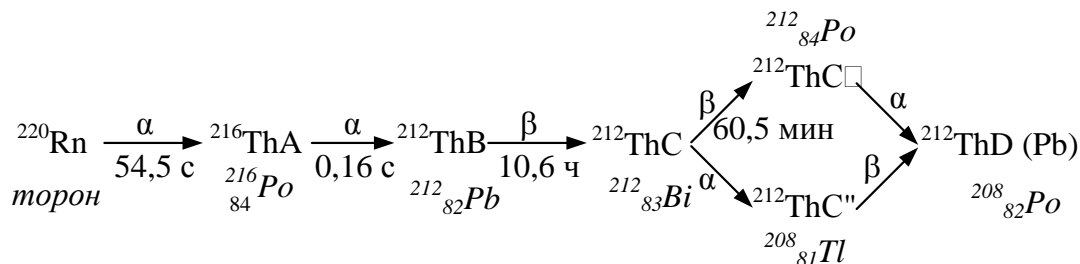
Введение

В работе необходимо из активного осадка торона электрохимически выделить ThC, а из последнего, пользуясь методом атомов отдачи, получить ThC''.

1 Электрохимический метод выделения радиоактивных элементов

При распаде радиоактивных эманаций образуется **несколько сравнительно короткоживущих радиоактивных изотопов**. Эта смесь называется **активным осадком**. Из активного осадка, пользуясь физическими и химическими методами, можно выделить отдельные радиоактивные изотопы.

При распаде торона (^{220}Rn)



^{212}Th (**Bi**) может быть **выделен электрохимическим путем**, а **ThC''** – **методом атомов отдачи**.

Возможность выделения и разделения радиоактивных изотопов из растворов зависит от потенциалов выделения разделяемых элементов и наличия в растворе посторонних веществ.

Из естественных радиоактивных элементов наибольшее различие в потенциалах имеют изотопы свинца, висмута, полония, таллия и астатина. Так как все естественные радиоизотопы таллия и астатина имеют короткие периоды полураспада, то использовать электрохимические методы для их выделения не представляется возможным. Здесь нужны экспрессные радиохимические методы или метод атомов отдачи.

Электрохимические методы можно разбить на две группы: бестоковое осаждение и электролиз.

При бестоковом методе выделения при погружении в раствор проволоки или пластинки из элемента, менее благородного, чем радиоактивный элемент, содержащийся в растворе, **наблюдается быстрое осаждение более благородного элемента**. Так, полоний осаждается на меди, железе, висмуте в солянокислом, азотнокислом и серноокислом растворах; висмут – на никеле, в солянокислом растворе и т.п.

Термодинамически выделение радиоактивных элементов по механизму бестокового осаждения определяется величиной начальной разности потенциалов $E_{\text{рз}}^{\circ} - E_{\text{з}}^{\circ}$, где $E_{\text{рз}}^{\circ}$ – начальный потенциал системы радиоактивный элемент – раствор и $E_{\text{з}}^{\circ}$ – начальный потенциал растворения металла электрода в данном растворе.

Для каждой данной системы возможность бестокового выделения радиоактивного элемента зависит от концентрации ионов выделяющегося вещества, природы и концентрации посторонних ионов и молекул, природы растворителя, температуры, перемешивания и других факторов.

Присутствие в растворе поверхностноактивных соединений или каких-либо других веществ, вызывающих пассивирование электрода, может значительно снизить выход радиоактивного изотопа. На выделение изотопа влияет состояние поверхности и степень электрохимической гетерогенности металла электрода. В тех случаях, когда радиоактивный элемент недостаточно благороден, чтобы его можно было выделить из раствора по методу бестокового осаждения, приходится прибегать к электролизу.

При содержании в растворе нескольких радиоактивных элементов разряд ионов каждого из них будет происходить по мере достижения потенциала выделения. Подбором условий проведения электролиза и состава раствора удастся раздвинуть потенциалы выделения металлов при одновременном их присутствии и осуществить разделение электролизом.

Эффективность разделения и выход радиоактивных элементов зависят от плотности тока, температуры, состава электролита и материала электрода.

2 Метод атомов отдачи

При радиоактивном распаде, сопровождающемся выбрасыванием частиц или γ -квантов, атомное ядро испытывает отдачу. Величина отдачи особенно ощутима при α -распаде.

Приблизительно величина энергии отдачи ядра $E_{\text{я}}$ может быть найдена из соотношения:

$$E_{\text{я}} = E_{\alpha} \cdot \frac{m}{m_{\text{я}}}$$

где E_{α} – энергия α -частицы;

m – масса частицы;

$m_{\text{я}}$ – масса ядра, испытывающего отдачу.

Если для распада ядра ^{212}ThC (Bi) энергия α -частиц равна 6,086 МэВ, то энергия отдачи ядра $^{208}\text{ThC}''$ составит

$$E_{\text{я}} = 6,086 \cdot \frac{4}{208} = 0,117 \text{ МэВ.}$$

Испытывая отдачу, часть атомов ThC вырывается с поверхности, поэтому ее можно собрать на другой поверхности. Так как при выбрасывании α -частиц при радиоактивном распаде ThC происходит ионизация атомов ThC'', то последние приобретают электрический заряд. Наличие электрического поля способствует переходу ионов ThC'' с одной поверхности на другую, например на бумагу.

3 Оборудование и реактивы

- 1 Счетная установка с β -счетчиком.
- 2 Бюкс с препаратом тория.
- 3 Штатив с зажимом для никелевой пластинки.
- 4 Мешалка электрическая, на валу которой находится электрод-никелевая пластинка.
- 5 Плитка электрическая.
- 6 Соляная кислота 0,1 н – 60 мл.

7 Свинец азотнокислый $Pb(NO_3)_4$ 0,1 н – 5 мл.

8 Стакан объемом 100 мл – 1 шт.

4 Последовательность выполнения работы

Взвешивают ~ 3-4 г соединения тория ($Th(NO_3)_4 \cdot 6H_2O$ или ThO_2). Навеску переносят в бюкс. Бюкс покрывают алюминиевой фольгой и выдерживают в течение ~37 ч для установления радиоактивного равновесия между торием и его активным осадком. По истечении этого времени алюминиевую фольгу с активным осадком торона, накопившимся на ее поверхности смывают в стакан объемом 100 мл тремя порциями по 20 мл 0,1 н. соляной кислоты, в которую добавлено 0,5 мл 0,1 н. раствора азотнокислого свинца $Pb(NO_3)_4$.

В подогретый до 40-50 °С раствор опускают вал мешалки, на валу которой находится никелевый электрод. Раствор перемешивают с помощью мешалки в течение 10 мин. Через 10 мин вал с никелевой пластинкой вынимают из раствора, промывают дистиллированной водой и сушат. Пластинку, покрытую слоем радиоактивного ThC'' , используют для определения периода полураспада последнего и выделения ThC'' .

Чтобы выделить с никелевой пластинки ThC'' , к ней прикладывают куски фильтровальной бумаги, вырезанные по размерам алюминиевых подложек, используемых для счета активности образцов.

Никелевую пластинку вместе с приложенными к ней кусками фильтровальной бумаги укрепляют зажимом между двумя алюминиевыми пластинками штатива. Через 10-15 мин часть активности ThC'' перейдет на фильтровальную бумагу. Бумагу вынимают, наклеивают на подложку, заворачивают в кальку и определяют скорость счета за 1 мин через интервалы в 2 мин в течение 12-15 мин.

Определяют также скорость счета никелевой пластинки за 1 мин через интервалы 10-15 мин в течение 2 ч.

По полученным данным строят график логарифм скорости счета – время, изображенный на рис. 1.

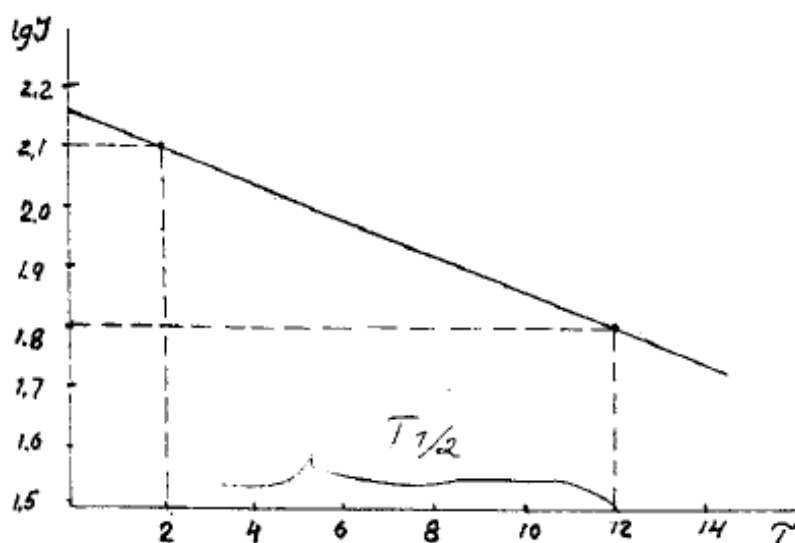


Рис. 1. Зависимость скорости счета от времени

Пользуясь графиком, находят периоды полураспада ThC'' и ThC по следующей методике.

Если на ординате графика наметить две точки, различающихся по активности вдвое, т.е. на $\lg 2 \sim 0,3$, то проведя линии, параллельные оси абсцисс, до пересечения с прямой и опустив из полученных точек перпендикуляры на ось абсцисс, получим отрезок, равный периоду полураспада данного радионуклида ($T_{1/2}$).

Период полураспада можно также найти аналитически по уравнению:

$$\lg J_t = \lg J_0 - 0,4343 \cdot \lambda \cdot t, \quad (1)$$

где J_0 и J_t – число импульсов, регистрируемое в начальный момент времени и через промежуток времени t ,

λ – радиоактивная постоянная (константа распада) данного вида ядер, с^{-1} ;

$$\lambda \cdot T_{1/2} = \ln 2 = 0,693.$$

Тогда

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}. \quad (2)$$

Выражение (1) примет вид:

$$\lg J_t = \lg J_0 - 0,4343 \cdot \frac{0,693}{T_{1/2}} \cdot t.$$

Выразив $T_{1/2}$ из последнего выражения, получим:

$$T_{1/2} = \frac{0,301}{\lg J_t - \lg J_0}.$$

Библиография

1. Жерин И.И., Амелина Г.Н. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов: учебное пособие /Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 196 с.
2. Лабораторные работы по радиохимии / Под ред. И.А. Коршунова – М.: Высшая школа. – 1970. – 352 с.
3. Бреслер С.Е. Радиоактивные элементы. М.: Гостехиздат – 1957.
4. Гайсинский М.И. Ядерная химия и ее приложения. М.: ИЛ. – 1961.
5. Заборенко К.Б. и др. Метод радиоактивных индикаторов в химии. М.: Высшая школа. – 1964.
6. Использование радиоактивности при химических исследованиях. Сб. статей под ред. Валь А. и Боннер Н. М.: ИЛ. – 1954.
7. Радиохимия и химия ядерных процессов. / Под ред. А.Н. Мурина. М–Л.: Госхимиздат, 1960.
8. Старик И.Е. Основы радиохимии. М–Л.: Изд-во АН СССР – 1959.

Учебное издание

КАРЕЛИН Владимир Александрович

ВЫДЕЛЕНИЕ ThC' И ThC'' И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПЕРИОДОВ ПОЛУРАСПАДА

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