Acknowledgment

*First, I am deeply thankful to my God "**Allah**", by the grace of whom, the progress and success of this work was possible.*

*I would like to express my deep gratitude to **Prof.Dr. Ebtisam Ahmed Saad,** Prof. of Inorganic and Radiation Chemistry, Chemistry Department, Ain Shams University; for her sponsorship and moral support of this work; for suggesting the topics of this thesis, planning of the experimental work, effective supervision, valuable discussions, sincere advices, and continuous encouragement during all phases of carrying this work.*

*I would like to express my sincere appreciation to **Prof. Dr. Abd El Hakim Taha Kandil.,** Prof. of Inorganic and Nuclear Chemistry, Faculty of Science, Helwan University, for his scientific supervision, valuable reviewing reading, criticism of the manuscript and his great scientific guidance.*

*Also I would like to express my sincere appreciation to **Dr. Mamdoh Refaat Mahmoud.**, Nuclear Chemistry Department, Atomic Energy Authority (EAEA)for his unlimited help during the experimental work ;his valuable scientific supervision, appreciation, scientific help and revision.*

*Thanks are also expressed for **Dr. Mohamed Ali Soliman**, Egypt Second Research Reactor, Atomic Energy Authority; for his unlimited help during the experimental work, appreciation, scientific help and revision.*

*Thanks are also expressed to the **Assistant prof. Eman Hamed Ismael**, Assistant Prof. of Inorganic Chemistry, Chemistry Department, Ain Shams University; for his helpful advices and scientific help.*

كليـــة العلـــــوم

قســـم الكيميـــــاء

دراسات على فصل بعض العناصر من النفايات المائية الاشعاعية المخففة باستخدام طريقة التعويم

رسالة مقدمة من

أمير عزت أبو الحسن عبد العليم على صقر

ماجستير علوم فى الكيمياء 2011م

مدرس مساعد بقسم الكيمياء– كلية العلوم

جامعة عين شمس

إلى

قسم الكيمياء– كلية العلوم – جامعة عين شمس

للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في العلوم / الكيمياء

2015م

كليـــــة العلـــــوم

قســـــم الكيميـــــاء

دراسات على فصل بعض العناصر من النفايات المائية الاشعاعية المخففة باستخدام طريقة التعويم

رسالة مقدمة من

أمير عزت أبو الحسن عبد العليم على صقر

ماجستير علوم فى الكيمياء 2011م

مدرس مساعد بقسم الكيمياء– كلية العلوم

جامعة عين شمس

إلى

قسم الكيمياء– كلية العلوم – جامعة عين شمس

للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في العلوم / الكيمياء

تحت إشراف

أ.د /ابتسام احمد سعد

أستاذ الكيمياء الاشعاعية وغير العضوية-كلية العلوم- جامعة عين شمس

أ.د / عبد الحكيم طه قنديل

أستاذ الكيمياء النووية وغير العضوية-كلية العلوم- جامعة حلوان

د. ايمان حامد اسماعيل

أستاذ مساعد الكيمياء غير العضوية -كلية العلوم- جامعة عين شمس

د. ممدوح رفعت محمود عبد السلام
مدرس الكيمياء –قسم الكيمياء النووية- هيئة الطاقة الذرية

د. محمد على معوض سليمان
مدرس الكيمياء – مفاعل مصر البحثى الثانى- هيئة الطاقة الذرية

كليـــة العلـــــوم

قســـم الكيميـــاء

إســـم الطالب: أمير عزت أبو الحسن عبد العليم على صقر
الدرجة العلمية: ماجستير الكيمياء غير العضوية والاشعاعية
القســـــم: الكيمياء
الكليـــــة: العلوم
الجامعـــــة: عين شمس
سنـــة التخرج: 2005م
تاريخ الحصول على الماجستير: 2011
سنـــة المنح: 2015م

كليـــة العلـــــوم

قســـم الكيميـــــاء

إسم الطالب: أمير عزت أبو الحسن عبد العليم على صقر

عنوان الرسالة:

" دراسات على فصل بعض العناصر من النفايات المائية الاشعاعية المخففة باستخدام طريقة التعويم"

إسم الدرجة: دكتوراه فلسفية فى الكيمياء

لجنة الإشراف:

1- أ.د /ابتسام احمد سعد
أستاذ الكيمياء الاشعاعية وغير العضوية- كلية العلوم- جامعة عين شمس

2- أ.د / عبد الحكيم طه قنديل
أستاذ الكيمياء النووية وغير العضوية- كلية العلوم- جامعة حلوان

3- د. ايمان حامد اسماعيل
أستاذ مساعد الكيمياء غير العضوية - كلية العلوم- جامعة عين شمس

4- د. ممدوح رفعت محمود عبد السلام
مدرس الكيمياء –قسم الكيمياء النووية- هيئة الطاقة الذرية

5- د. محمد على معوض سليمان
مدرس الكيمياء – مفاعل مصر البحثى الثانى- هيئة الطاقة الذرية

لجنة الحكم:

الدراسات العليا:

ختم الإجازة
/ / 2010م

أجيزت الرسالة بتاريخ
/ /2010م

موافقة مجلس الكلية
/ /2010م

موافقة مجلس الجامعة
/ /2010م

كليـــة العلـــــوم

قســـم الكيميـــاء

شكـــر

حمدا لله حمدا يليق لجلاله وأشكره على منه وفضله العظيم

ثم أتقدم بالشكر إلى كل من قام بمساعدتى لإتمام هذه الرسالة وأختص بالشكر السادة أعضاء لجنة الإشراف وهم:

أ.د /ابتسام احمد سعد

أستاذ الكيمياء الاشعاعية وغير العضوية- كلية العلوم- جامعة عين شمس

أ.د / عبد الحكيم طه قنديل

أستاذ الكيمياء النووية وغير العضوية- كلية العلوم- جامعة حلوان

د. ايمان حامد اسماعيل

أستاذ مساعد الكيمياء غير العضوية - كلية العلوم- جامعة عين شمس

د. ممدوح رفعت محمود عبد السلام
مدرس الكيمياء –قسم الكيمياء النووية- هيئة الطاقة الذرية

د. محمد على معوض سليمان
مدرس الكيمياء – مفاعل مصر البحثى الثانى- هيئة الطاقة الذرية

Faculty of Science
Chemistry Department

Investigations On The Separation Of Some Elements From Dilute Aqueous Radioactive Waste By Flotation

Thesis Presented By

Amir Ezzat Abo Elhasan Abd Elalim
M. Sc. Chemistry, 2011
Chemistry Department – Faculty of Science
Ain Shams University

Submitted To

Chemistry Department, Faculty of Science, Ain Shams University, for the Degree of Ph.D. of Science in Chemistry

2015

Faculty of Science
Chem. Department

Investigations on the Separation of some elements from Dilute Aqueous Radioactive waste by Flotation

Thesis Presented By

Amir Ezzat Abo Elhasan Abd Elalim
M. Sc. Chemistry, 2011
Chemistry Department – Faculty of Science
Ain Shams University

Submitted To

Chemistry Department, Faculty of Science, Ain Shams University, for the Degree of Ph.D. of Science in Chemistry

Supervised By

Prof. Dr. Ebtisam Ahmed Saad Prof. Dr. Abd El Hakim Taha

Prof. of Inorganic and Radiation Chemistry, Chemistry Department, Ain Shams University

Kandil.
Prof. of Inorganic and Nuclear Chemistry, Faculty of Science, Helwan University

Assistant prof. Eman Hamed Ismael
Assistant Prof. of Inorganic Chemistry, Chemistry Department, Ain Shams University

Dr. Mamdoh Refaat Mahmoud.
Nuclear Chemistry Department, Atomic Energy Authority

Dr. Mohamed Ali Soliman
Egypt Second Research Reactor, Atomic Energy Authority

Investigations on the Separation of some elements from Dilute Aqueous Radioactive waste by Flotation

Thesis Presented By

Amir Ezzat Abo Elhasan Abd Elalim
M. Sc. Chemistry, 2011

Thesis supervisors	Signature
1- Prof. Dr. Ebtisam Ahmed Saad	.....
2- Prof. Dr. Abd El Hakim Taha Kandil.	.....
3- Assistant prof. Eman Hamed Ismael	.....
4- Dr. Mamdoh Refaat Mahmoud.	.....

5- Dr. Mohamed Ali Soliman .....

Head of the Chemistry Department

Prof. Dr. Hamed Ahmed Younis Derbala

I would like to express my deep thanks to

My Parents, My Wife , My Brothers

And My Children

Malek & Malak

For their unlimited support, and looking after me

Contents

List of figures ……..... v
List of tables ……..... ix
Abbreviations..... …..…….. xi
Abstract..... ……... xii

Chapter I: Introduction

1. Introductory note ……. 1
1.1. Hazardous wastes definition…..……. 2
1.2. Classification...……..... 2
1.2.1. Liquid wastes……...……. 2
1.2.1.1. Industrial liquid wastes(ILW)…….. 2
1.2.1.2. Radioactive liquid wastes……. 3
1.2.1.2.1. High level liquid wastes (HLLW)…….. 4
1.2.1.2.2. Intermediate level liquid wastes (ILLW) 4
1.2.1.2.3. Low level liquid wastes (LLLW)……... 5
1.2.2. Environmental impact…….. 6
1.3 . Liquid waste treatment……..... 9
1.3.1. Precipitation……..... 9
1.3.2. Ion exchange……..……..... 10
1.3.3. Reverse osmosis……..... 11
1.3.4. Adsorption……..…...…..... 11
1.3.4.1. Definitions..…….…… 11
1.3.4.2. Adsorption types……. 12
1.3.4.3. Adsorption isotherms…….. 13
1.3.4.4. Types of adsorbents..…… 19
1.4. Clays..……...… 19
1.4.1. Clay Minerals……..… 19
1.4.2. The 1:1 minerals…… 20
1.4.3. The 2:1 minerals…… 21
1.4.3.1. kaolinite……. 23
1.4.3.2. Montmorillonites…….. 24

1.4.4. Types of surface charge on clay minerals ……. 26
1.4.5. Origin of clay mineral surface charge…….…….. 27
1.4.6. Surface Functional Groups…… 29
1.5. Foam separation (Flotation)……..... 31
1.5.1. Basic concepts and advantages…….…….. 31
1.5.2. Surfactants (Collectors)…….……... 32
1.5.2.1. Anionic (negatively charged) …… 32
1.5.2. 2. Cationic (positively charged) …… 33
1.5.2. 3. Nonionic: neutral, though highly polar …… 33
1.5.2. 4. Amphoteric ……..…… 34
1.5.3. Frothers……..... 34
1.5.4. Basic characteristics…….…..... 35
1.5.4. 1. Surface activity…….…….. 35
1.5.1. 2. Micelle formation…….……... 37
1.5.5. Classification of techniques……..... 39
1.5.6. Separation of surface-active materials…….…..... 41
1.5.7. Separation of nonsurface-active species…….. 43
1.6.Thermodynamics parameters……..... 47
1.7. Investigated Elements……..... 49
1.7.1. Europium…….……..... 49
1.7.2. Cesium…….……..... 50

Chapter II: *Experimental*

2.1. Chemicals and Reagents …….. 52
2.1.1. Reagents ……..... 52
2.1.2. Miscellaneous……..…… 52
2.1.3. The collectors…… 52
2.1.4. The frother…… 53
2.1.5. Methylene blue……. 53
2.1.6. Hydrogen peroxide (H_2O_2)…… 53
2.2. Radionuclides…….…….... 54
2.3. Materials……. 54
2.4. Apparatus……... 55
2.4.1. Distillator…….. 55
2.4.2. Balance……..... 55
2.4.3. pH-meter……..... 55
2.4.4. Thermostated shaker…… 55
2.4.5. Centrifuge……. 55
2.4.6. Single Channel spectrometer …… 56
2.5.Determination of the cation exchange capacity (CEC) of bentonite and kaolinite…… 56
2.6. Characterization methods……. 57
2.6.1. XRF spectrophotometer…… 57
2.6.2. X-Ray diffractometer ……... 57
2.6.3. IR spectrophotometer …… 57
2.7. Sorption Study……... 58
2.7.1. Equilibrium time……... 58
2.7.2. Effect of Adsorbent concentration…… 58
2.7.3. Effect of pH……... 58
2.7.4. Initial concentration…….. 59
2.7.5. Effect of foreign ions ……... 59
2.7.6. Effect of Temperature…….. 60
2.8. Floatation Study……. 60
2.8.1.Foam separation set up……..…..... 60
2.8.2. General procedure of flotation..... 62

2.9. Data presentation…….. 63

Chapter III: Results and Discussion

3.1. Introduction ……... 65
3.2. Literature Survey…….. 67
3.2.1. Adsorption of Cs(I) and Eu(III) by clays. ……. 67
3.2.2. Treatment of wastewaters by sorptive flotation…… 75
3.3. Results and discussion 80
3.3.1. Characterization of clay…… 80
3.3.1.1. Mineralogical and chemical composition 80
3.3.1.2. Cation Exchange Capacity determination 84
3.3.1.3. FTIR characterization…… 85
3.3.2. Sorption studies……. 89
3.3.2.1. Effect of pH …… 89
3.3.2.2. Effect of contact time ……..... 92
3.3.2.3. Effect of sorbent weight…… 94
3.3.2.4. Effect of Initial Ion Concentrations …… 96
3.3.2.5. Effect of foreign ions 98
3.3.2.6. Effect of Temperature …… 100
3.3.2.7. Kinetic studies …… 101
3.3.2.8. Sorption Isotherm …… 107
3.3.2.9. Thermodynamics Studies …… 112
3.3.2.10. Atomic absorption spectrometry Study…. 115
3.3.3. Sorptive flotation studies……. 117
3.3.3.1. Effect of Collector Concentration…… 117
3.3.3.2. Effect of ethanol concentration…… 121
3.3.3.3. Effect of bubbling time 123
3.3.3.4. Effect of foreign salts …… 124
3.3.3.5. Evaluation of sorptive flotation technique ... 128
Summary and conclusion..... …… 132
References ……. 138
Arabic summary