Ain Shams University
Faculty of Girls
for Art, Science, and
Education

STUDIES ON

Preparation characterization, spectral and physical behavior of indium tin oxide nanoparticles

THESIS

Submitted for Ph.D degree
Of Physics in Spectroscopy

BY:
Safaa Mahmoud Kasem Meky

Supervisors:

Prof. Dr. Aida B. EL-Bialy
Prof. of Spectroscopy
Faculty of Girls for Art,
Science and Education.
Physics Department.
Ain Shams University

Prof. Dr. Ali A. Shabaka
Prof. of Spectroscopy
Spectroscopy Department
Physics Division
National Research Center

Dr. Roshdi S. Mohamed
Ass. Prof. of Spectroscopy
Spectroscopy Department
Physics Division
National Research Center

Dr. Samira Abd El Mongy
Ass. Prof. of Spectroscopy
Faculty of Girls for Art,
Science and Education.
Physics Department.
Ain Shams University

Dr. Naglaa Ahmad Mohamad Shahen
Lecturer of Spectroscopy
Faculty of Girls for Art,
Science and Education.
Physics Department
Ain Shams University

Approval sheet
Ph.D Thesis
Student Name: ***Safaa Mahmoud Kasem Meky***
Thesis title: **Preparation characterization, spectral and physical behavior of indium tin oxide nanoparticles**

Supervisors Committee:	**Signature**
Prof. Dr. A. B. El-Bialy Professor of Spectroscopy Faculty of Girls for Art, Science, and Education Physics department Ain Shams University.	**( )**
Prof. Dr. Ali A. Shabaka Prof. of Spectroscopy Spectroscopy Department Physics Division National Research Center	**( )**
Dr. Roshdi S. Mohamed Ass. Prof. of Spectroscopy Spectroscopy Department Physics Division National Research Center	**( )**
Dr. Samira Abd El Mongy Ass. Prof. of Spectroscopy Faculty of Girls for Art, Science and Education. Physics Department. Ain Shams University	**( )**
Dr. Naglaa Ahmad Mahamad Shahen Lecturer of Spectroscopy Faculty of Girls for Art, Science and Education. Physics Department Ain Shams University	**( )**

Date of research: / /

Post Graduate Studies Department

Approval Stamp **Approval Date: / /**

Faculty Council Approval **University Council Approval**

Date: / / **Date: / /**

Approval sheet

Student Name: *SAFAA MAHMOUD KASEM MEKY*

Thesis Title: ***Preparation characterization, spectral and physical behavior of indium tin oxide nanoparticles***

Scientific Degree: B.Sc

Department: Physics and chemistry

Name of Faculty: Faculty of Girls for Art, Science and Education.

University: Ain Shams

B.Sc Graduation Date: 2003

M.Sc Graduation Date : 2007

Ph.D Graduation Date : 2012

كليـــــــة البنـــــــات
لـــآداب و العلـــوم والتربيـــة
قـــــــسم الطبيعـــــــة

دراسة تحضير و توصيف السلوك الفيزيائى والطيفى لجسيمات الأنديوم اكسيد القصدير النانومترية

مقدمة من:

صفاء محمود قاسم مكى

للحصول على درجة دكتوراة فلسفة العلوم فى الفيزياء تخصص أطياف

إشراف:

أ.د/عايدة بدر البيلى

أستاذ الأطياف/قسم الفيزياء
كلية البنات للأداب و العلوم و التربية
جامعة عين شمس

أ.د/ على على شبكة

أستاذ الأطياف/قسم الطيف
شعبة البحوث الفيزيائية
المركز القومى للبحوث

د/رشدى سعودى محمد

أستاذ مساعد الأطياف/قسم الطيف
شعبة البحوث الفيزيائية
المركز القومى للبحوث

د/ سميرة عبد المنجى

أستاذ مساعد الأطياف/ قسم الفيزياء
كلية البنات للأداب و العلوم و التربية
جامعة عين شمس

د/ نجلاء أحمد محمد شاهين

مدرس الأطياف / قسم الفيزياء
كلية البنات للأداب و العلوم و التربية
جامعة عين شمس

كليـــــــــة البنـــــــــات
لـــلآداب و العلـــوم والتربيـــة
قـــــــسم الطبيعـــــــة

رسالة دكتوراة

إسم الطالبة : *صفاء محمود قاسم مكى*

عنوان الرسالة: **دراسة تحضير و توصيف السلوك الفيزيائى والطيفى لجسيمات الأنديوم اكسيد القصدير النانومترية**

إسم الدرجة : دكتوراة

لجنة الإشراف: التوقيع

١ – ا.د/ عايدة بدر البيلى: أستاذ الأطياف– قسم الفيزياء–كلية البنات للأداب والعلوم والتربية– جامعة عين شمس. ( )

٢-أ.د/ على على شبكة: أستاذ الأطياف /قسم الطيف- شعبة البحوث الفيزيائية المركز القومى للبحوث **( )**

٣- د/رشدى سعودى محمد: أستاذ مساعد الأطياف-قسم الطيف -شعبة البحوث الفيزيائية- المركز القومى للبحوث **( )**

٤- د/ سميرة عبد المنجى محمد: أستاذ مساعد الأطياف- قسم الفيزياء- كلية البنات للأداب و العلوم و التربية- جامعة عين شمس ( )

٥– د/ نجلاء شاهين أحمد محمد: مدرس الأطياف - قسم الفيزياء- كلية البنات للأداب و العلوم و التربية- جامعة عين شمس ( )

تاريخ البحث / /٢٠١٢
الدراسات العليا
ختم الإجازة **أجيزت الرسالة بتاريخ / /٢٠١٢**

موافقة مجلس الكلية **موافقة مجلس الجامعة**
/ /٢٠٠٧ **/ /٢٠٠٧**

كليـــــــــة البنـــــــــات
لـــلآداب و العلـــوم والتربيـــة
قـــــــسم الطبيعـــــــة

شكر

أشكر السادة الذين قاموا بالإشراف و هم:

أ.د/ عايدة بدر البيلى

أستاذ الأطياف– قسم الفيزياء–كلية البنات للأداب

و العلوم و التربية – **جامعة عين شمس.**

أ.د/ على على شبكة

أستاذ الأطياف /قسم الطيف- شعبة البحوث الفيزيائية

المركز القومى للبحوث

د/رشدى سعودى محمد

أستاذ مساعد الأطياف-قسم الطيف -شعبة البحوث الفيزيائية-

المركز القومى للبحوث

د/ سميرة عبد المنجى محمد

أستاذ مساعد الأطياف- قسم الفيزياء- كلية البنات للأداب

و العلوم و التربية- جامعة عين شمس

د/ نجلاء شاهين أحمد محمد

مدرس الأطياف - قسم الفيزياء- كلية البنات للأداب

و العلوم و التربية- جامعة عين شمس

كما أتقدم بخالص الشكر للسادة الزملاء بقسم الطيف -شعبة البحوث الفيزيائية- المركز القومى للبحوث وأتقدم بالشكر لقسم الفيزياء -كلية البنات - جامعة عين شمس

كليـــــــة البنـــــــات
لـــآداب و العلـــوم والتربيـــة
قـــــــسم الطبيعـــــــة

صفحة العنوان

اسم الطالبة : ***صفاء محمود قاسم مكى.***

الدرجة العلمية: *بكالوريوس علوم- فيزياء وكيمياء عام.*

القسم التابع له: *الفيزياء.*

اسم الكلية : ***كلية البنات للآداب و العلوم و التربية-جامعة عين شمس.***

سنة التخرج : ٢٠٠٣

سنة منح درجة الماجستير: ٢٠٠٧

سنة منح درجة الدكتوراة : ٢٠١٢

Acknowledgement

At first and for most thanks to “ ALLAH” who gives me the power to finish this work.

No words can ever express my deepest appreciation and endless gratitude to **prof.Dr. Aida Elbially** Professor of Spectroscopy, Faculty of Girls for Art, Science, and Education, Physics department Ain Shams University.

I am especially thankful to **Prof. Dr. Ali A. Shabaka** Professor of Spectroscopy- Spectroscopy Department- Physics Division National Research Center for encouragement, help and support.

I am also thankful **Dr. Roshdi S. Mohamed** Ass. Prof. of Spectroscopy- Spectroscopy Department- Physics Division- National Research Center.

I am also thankful **Dr. Samira Abd El Mongy** Ass. Prof. of Spectroscopy- Faculty of Girls for Art, Science and Education- Physics Department - Ain Shams University **and Dr. Naglaa Shahen** Lecturer of Spectroscopy- Faculty of Girls for Art, Science and Education- Physics Department- Ain Shams University

Finally, I am grateful to my family for patience and support.

بسم الله الرحمن الرحيم

"قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم"

صدق الله العظيم

الآية (٣٢) سورة البقرة

إهداء

((.. إلى أمي وأبي ..

.. لعلني لم أخيب أملهما ..))

CONTENTS

page

Acknowledgement

Abstract I

Summary II

CHAPTER(I)

GENERAL INTRODUCTION AND LITERATURE

SURVEY

1.1 INTRODUCTION…….…..... 1

1.2. Surfaces of Nano-Sized Materials…… 2

1.2.1. Structure of Surfaces…… 2

1.2.2. Importance of the Surface in Nano-Sized Powders……... 3

1.3. Properties of Nanomaterials..... 3

1.3. 1. Free Energy Variation..... 4

1.3. 2. Quantum Confinement..... 5

1.4. Classification of Nanoparticle Synthesis Techniques..... 7

1.4. a. Solid-State Synthesis of Nanoparticles..... 7

1.4. b. Vapor-Phase Synthesis of Nanoparticles..... 8

1.4. c. Solution Precipitation..... 9

1.5 -Literature Survey..... 10

Aim of the Present Work..... 18

CHAPTER(II)

THEORETICAL CONCEPTS

2.1: X-Ray Diffraction (XRD)..... 20

2.1.1. Fundamental Principles of X-ray Diffraction..... 20

2.1.2. The Bragg Equation..... 20

2.1.3. Indexing a Cubic Pattern by $\sin^2\theta$ Ratios..... 21

2.1.4. Determination of Unit Cell Dimension a..... 22

2.1.5. Indexing Non cubic Patterns..... 22

2.1.6. Crystallite Size Determination from Line Broadening..... 24

2.2. Transmission Electron Microscope..... 24

2.2.a. Transmission Electron Microscopy Imaging..... 25

2.3. Origins of Molecular Spectra..... 25

2.3.1. Nature of Infrared spectra..... 28

2.3.2. Absorbance Determination..... 33

2.4: Ultraviolet and Visible Spectra..... 34

2.4.1: Transition Energies..... 36

2.4.2:Charge-Transfer Spectra..... 39

2.5. Electrical Properties..... 39

2.5.1: Classification of Dielectrics..... 41

2.5.1.a. Non polar Dielectrics..... 41

2.5.1.b. polar dielectrics..... 42

2.6. Type of polarization..... 43

2.6.1 Electronic (Optical) Polarization..... 43

2.6.2 ionic polarization..... 44

2.6.3. Orientational (Dipolar) Polarization..... 45

2.6.4. The Interfacial (Space Charge) Polarization..... 45

2.6.5. Total Polarizability..... 46

2.7. Dielectric Properties..... 46

2.7.1. Dielectric Constant..... 46

2.7.2 Dielectric Loss..... 48

2.8. Types of Electrical Conduction..... 49

2.8.1. Electronic Conduction..... 49

2.8.2. Ionic Conduction..... 49

2.9. Electrical Conductivity..... 49

2.9.1. The Transport Mechanisms..... 50

2.9.1.a. Tunneling Mechanism..... 50

2.9.1.b. Hopping Mechanism..... 51

CHAPTER (III)

EXPERIMENTAL TECHNIQUES AND INSTRUMENTATION

3.1: Materials..... 54

3.2. Sample Preparation..... 54

3.2.1. preparation of ITO nanoparticles without using Stabilizer..... 54

3.2.2. preparation of ITO nanoparticles with using PVP as Stabilizer..... 55

3.3: Instrumentation..... 56

3.3.1. FTIR Spectrometer..... 56

3.3.2: X-ray Diffraction (XRD)..... 58

3.3.3: Transmission Electron Microscopy (TEM)..... 58

3.3.4: Ultraviolet – Visible Spectrophotometer..... 59

3.3.5: Electrical Conductivity Measurements..... 63

3.3.6: Dielectric Measurements..... 66

CHAPTER(IV)

RESULTS AND DISCUSSION

4.1. The Physical and Electrical Properties of ITO Nanoparticles

Prepared without using Stabilizer..... 68

4.1. 1. FTIR Spectra of ITO nanoparticles..... 68

4.1.2: X-Ray Diffraction Pattern of ITO nanoparticles..... 70

4.1.2.a Calculation of The Particle Sizes of ITOH, ITO

Nanoparticles from X-Ray Data..... 73

4.1.3: TEM images of ITOH Nanocomposite and ITO Nanoparticles…….. 76

4.1.4. UV-Visible Spectroscopic Studies of ITO Nanoparticles..... 80