

แมกเนติกซส,เซพตีปัสตีของสารประกอบระหว่าง
แอนซีเฟอร์ไรแมกเนติกและเฟอร์รี่แมกเนติก



นางสาวสุวรรณา ชลธารรัตน์

003942


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๖๔

THE MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF ANTIFERROMAGNETIC
AND FERRIMAGNETIC COMPOUNDS



Miss Suvanna Chollatharnrat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title : The Magnetic Susceptibility of Antiferromagnetic
and Ferrimagnetic Compounds

By : Miss Suvanna Chollatharnrat

Department : Physics

Thesis Advisor: Dr. I-Ming Tang

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

S. Bunnag

..... Dean of Graduate School
(Associate Professor Dr. Supradit Bunnag)

Thesis Committee

A. Tachagumpuch

..... Chairman
(Assistant Professor Dr. Anuntasin Tachagumpuch)

I-Ming Tang

..... Advisor
(Dr. I-Ming Tang)

Wijit Senghaphan

..... Member
(Assistant Professor Dr. Wijit Senghaphan)

Pisista Ratanavararaksa

..... Member
(Assistant Professor Dr. Pisista Ratanavararaksa)

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แมกเนติกซีเอสเซพติบิลิตี้ของสารประกอบระหว่าง

แอนติเฟอร์โรแมกเนติกและเฟอร์โรแมกเนติก

ชื่อ

นางสาวสุรวรมา ชลธาวรัตน์

อาจารย์ปรึกษา

ดร. ใอ มีง กัง

ภาควิชา

ฟิสิกส์

ปีการศึกษา

๒๕๖๓

บทคัดย่อ

ผลการทดลองโครโมสแตทอย่างง่ายได้จัดสร้างขึ้นสำหรับศึกษาซีเอสเซพติบิลิตี้ทางแม่เหล็กของสารในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 77 ถึง 300 เคลวิน วงจรกันเนลโคโคคออสซิลเลเตอร์ เป็นวงจรโซแนนท์ที่ความถี่จะเปลี่ยนไปขึ้นกับซีเอสเซพติบิลิตี้ของสารนั้น สำหรับอุณหภูมิของระบบวัดได้จากแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่อ่านได้จากคู่อุปกรณ์ความถี่ไมโครเมตร - ออเมต สารเฟอร์ไรท์, เฟอร์โรออกไซด์และคิวปริค อซิเตท โมโนไฮเดรต นำมาตรวจสอบความคงที่ของความถี่ของวงจรในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ศึกษาคุณสมบัติทางแม่เหล็กของคิวปริค อซิเตท โมโนไฮเดรต ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำจนถึงอุณหภูมิห้อง ค่าซีเอสเซพติบิลิตี้สูงสุดที่อุณหภูมิ 250 ± 5 เคลวิน และอุณหภูมิต่ำ 198 ± 5 เคลวิน ค่าคงที่คูร์ของสารนี้นำไปหาค่าฟิลลิ่งแฟคเตอร์, เอฟ, ของเครื่องมือ วัดฟิลลิ่งแฟคเตอร์หัวที่สอง, เอฟ, ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นของสารหาค่าได้ ผลการทดลองนี้สามารถนำไปศึกษาคุณสมบัติทางแม่เหล็กของสารตัวอื่นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

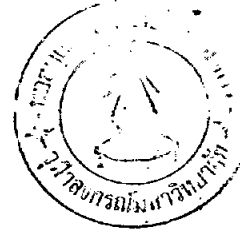
Thesis Title The Magnetic Susceptibility of Antiferromagnetic
and Ferrimagnetic Compounds
Name Miss Suvanna Chollatharnrat
Thesis Advisor Dr. I - Ming Tang
Department Physics
Academic Year 1980



ABSTRACT

A simple cryostat is constructed for the measurement of magnetic susceptibility in the temperature range 77 to 300 K. The tunnel diode oscillator and the amplifier have been built as the resonant circuit for measuring the change of the frequency corresponding to the susceptibility of the sample. The temperature was measured by means of the thermal e.m.f. of the chromel-alumel thermocouple. Ferrite, ferrous oxalate and cupric acetate monohydrate were used to check the frequency fluctuation. The magnetic susceptibility of $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ between low temperature to room temperature have been studied. The maximum in the susceptibility was observed at temperature $T_m = 250 \pm 5\text{K}$ and the Curie temperature is found to be $198 \pm 5\text{K}$. The Curie constant of this sample also to calibrate the geometric filling factor, F , of the apparatus. The second filling factor, f , which is due to the density of the sample is obtained. This apparatus can be used to measure the magnetic properties of other compounds.

ACKNOWLEDGEMENTS



I wish to express my deep gratitude to Dr. I - Ming Tang for his invaluable help as my thesis advisor, and his continuous guidance during this study. I am also deeply grateful to Dr. Wudhibhan Prachyabrued, Head of the Department of Physics, Mahidol University, for his keen interest and encouragement as well as the many useful suggestions throughout the experiment.

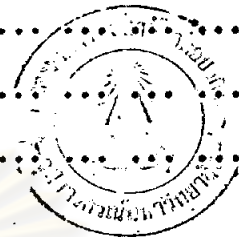
I would like to express my appreciation to Dr. Anuntasin Tachagumpuch, Dr. Wijit Senghaphan, and Dr. Pisistha Ratanavararaksa, the members of thesis committee, for their advices.

Finally, I am much indebted to Dr. Prapin Wilairat for his kindness in offering some useful equipment for the experiment and the Chulalongkorn University Graduate School Fund for partial support during this research.

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT	iii
ACKNOWLEDGEMENTS	iv
TABLE OF CONTENTS	v
LIST OF ILLUSTRATIONS	vii
CHAPTER 1 INTRODUCTION	1
1.1 Fundamentals	1
1.2 Classification	2
1.3 The Weiss Molecular Field Theory	7
1.4 The Two-Sublattice Model	12
1.5 The Susceptibility Below the Neel Point	16
1.6 Other More Advanced Theories	20
CHAPTER 2 METHOD OF THE EXPERIMENT	23
2.1 The Method for Measuring the Susceptibility .	23
2.2 An Experiment for Measuring r.f.	
Susceptibility from 77 to 300K	30
2.2.1 The Simple Cryostat	30
2.2.2 Tunnel Diode Oscillator	32
2.2.3 Temperature Measurement	39
2.2.4 The Experimental Procedure	41



คู่มือวิธีการทดลอง
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Page
CHAPTER 3 EXPERIMENTAL RESULTS	49
3.1 Introduction	49
3.2 Results	49
3.2.1 Frequency Fluctuation	49
3.2.2 Temperature Measurement	54
3.2.3 Ferrous Oxalate	57
3.2.4 Cupric acetate monohydrate	57
3.3 Conclusion	67
APPENDIX	69
REFERENCES	71
CURRICULUM VITAE	73



 ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure	Page
1. Diamagnetism	5
2. Paramagnetism	5
3. Antiferromagnetism	5
4. Ferrimagnetism	5
5. Ferromagnetism	6
6. Metamagnetism	6
7. Parasitic ferromagnetism	6
8. The susceptibility : $\chi_{ }$, χ_{\perp}	17
9. Temperature dependence of the magnetic susceptibility of an antiferromagnetic substance	17
10. General view of cryostat and dewar	31
11. The I-V characteristic curve of Tunnel diode no.IN3712 .	33
12. The general view of oscillator	34
13. The resonant circuit	35
14. Schematic Diagram : Tunnel-diode Oscillator Buffer Amplifier Main amplifier	36
15. The tunnel-diode oscillator	38
16. Buffer amplifier	42
17. Main amplifier	44
18. Temperature measurement	47
19. The variation of the frequency at room temperature	50
20. The fluctuation of the frequency of $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	51

Figure	Page
21. The fluctuation of the frequency of $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	52
22. The fluctuation of the frequency of $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$..	53
23. The thermal e,m,f, vary with the temperature	56
24. The temperature dependence of the inverse susceptibility of $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	59
25. The temperature dependence of the inverse susceptibility of $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	64
26. The temperature dependence of the inverse susceptibility of $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ between 273K to room temperature	66