



THÈSE

Présentée à

Ecole Normale Supérieure Kouba

Département de Physique

En vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat en sciences

Spécialité: Didactique des Sciences

Option : Physique

Intitulée

Conceptual Study of Basic Principles of Quantum Mechanics

Par

LADJ RABAH

Soutenue le

Devant la commission d'examen composée de:

MEDJADI Djameleddine	Pr	ENS-Kouba	Président
BOUARISSA Nadir	Pr	UMB M'sila	Examineur
BOUMGHAR Said	MCA	ENS Kouba	Examineur
EL-JAMALI Said	Pr	CRMEF-Casablanca	Examineur
HAMOUDI Makhlof	MCA	U Alger	Invité
BELARBI Tayeb	Pr	Univ. Alger 2	Co-Directeur
KENDIL Djamel	Pr	ENS-Kouba	Directeur

TABLE OF CONTENENTS

Abstracts in Arabic and English languages:

Pages: 6-7

Part One: Epistemological Study

INTRODUCTION

Page: 9

Chapter one

I-How Quantum Mechanics was developed (back grand).

Pages: 10-13

II- Basic Principles of Classical Physics compared to in Quantum Mechanics.

Pages: 14-16

Chapter two

Copenhagen's and Many World's Interpretations of Quantum Mechanics

I-Introduction

Page: 18

II- Copenhagen's Interpretation

Pages: 19-25

III- Many worlds' interpretation

Pages: 26-29

a) Our Modest Modelling of the Hugh Everett interpretation.

Pages: 29-30

b) Applications of Copenhagen's and Many world's interpretations.

Pages: 31-36

c) Original modest comment to Copenhagen and Everett interpretations.

Pages: 37-38

Chapter three

Other interpretations.

I- Introduction	Pages: 40-43
a) de Broglie Böhm theory or de Broglie Böhm Interpretation.	Pages: 43-44
b) Consistent Histories Interpretation.	Pages : 44-45
c) Transactionnel Interpretation.	Pages: 45-46
d) Objective Collapse Theories interpretation.	Pages: 47
II-Comparison of above interpretations	Page: 48

Part Two: Educational (Didactic) Study

Chapter one

General and Quantum Physics Education

I-General physics Education.	Pages: 51-52
II- Quantum Mechanics Education	Pages: 53-54

Chapter two

Investigation and Results of our work;

A-First Published investigation

I-Introduction,	Page: 56
II- Multiple-choice's questions;	Pages:57-63
III-Questionnaire's results and conclusion:	Page: 64

B-Second Published investigation

I-Introduction	Page: 65
II-Description of the Questionnaire	Pages:65-66

III- Questionnaire Results

Page : 66-67

IV- Discussions and conclusion

Pages : 67-68

Chapter three

Comparison of our work results with other results work.

I- introduction;

Page: 70

II-1, 2, 3, 4 others research results;

Pages: 71-75

III-conclusion;

Page 76

Chapter four

Conclusions and suggestions of our work

I –Suggestions

Page:78-79

II-Conclusion

Page: 80

III-References

Pages: 81-86

Abstract

Quantum mechanics describes the behavior of the quantum objects, but the description and interpretation of its basic principles: (nature of the wave, interpretation of superposition principle, complementary principle, and uncertainty principle), have had many debates concerned their meanings and their interpretations between scientists, since the beginning of its appearance until today. Many different interpretations between many schools and scientists have emerged about the descriptions and meanings of quantum mechanics. Until now there are about thirteen schools of interpretation about the basic concepts of quantum mechanics. Through our experience in teaching quantum theory, we concluded that its teaching is not just deriving beautiful and logical equations and relations related to the subject, but we believe that each step of deriving those equations, or relations should be followed by a deep discussions and interpretations of concepts and their meanings. Because of difficulties inherent to the subject that are facing the students in their understanding of the concepts and principles of quantum mechanics, and in order to focus on the problematic; for that, a deep epistemological study was done for the most accepted and common interpretations favorite to most physicists, "Copenhagen and many worlds' interpretations". In our present contribution, a modest comment is presented to the above schools and then followed by some suggested ways in order to provide help for better teaching the field. To clarify the issue, the famous example "particle in an infinite square potential well" was solved and discussed using the point of views of above the schools, with the help of our modest modeling for many worlds interpretation. For the educational part, and again for this purpose and in order to clarify and focus on the problematic, a questionnaire sheets were presented to homogenous sample of students of the Algerian University of third and fifth year in Physics. The results of the surveys from the student's answers, regarding the understanding of the basic principles, and concepts of quantum mechanics, were compared to other similar survey results done within international universities. But unfortunately we concluded that, the basic concepts of quantum mechanics should be revised.

Note: the questionnaires were discussed with some experts in education of science before being presented to the students.

ملخص

تصف ميكانيك الكم طبيعة وتصرف الكائنات الكمية، المعروفة باسم الجسيمات. لكن وصف وتأويلات المبادئ الأساسية لموضوع ميكانيك الكم: كمفهوم الموجة، مبدأ الاكتمال، مبدأ التركيب ومبدأ عدم التحديد تعرضت لعدة مناقشات تتعلق بمفاهيمها وتأويلاتها، وهذا بين العلماء وذلك منذ بداية ظهور ميكانيك الكم من بداية القرن العشرين الى يومنا هذا. ومنذ ذلك، ظهرت عدة تأويلات بين عدة مدارس -ثلاثة عشرة مدرسة- تختلف فيما بينها فيما إذا كان هذا الميكانيكا موضوعي أم لا وهل هو حتمي أم لا كما هو الحال في الميكانيكا الكلاسيكي .

توجد مدرستان هامتان نال تفسيرهما قبولا من طرف أغلبية العلماء المهتمين بالموضوع، ألا وهما:

- مدرسة جماعة بور والتي تعرّف بمدرسة كوبنهاغن حيث تعد أكثر شيوعا وأكثر اتباعا في تدريس موضوع ميكانيكا الكم.

- مدرسة التي تعرف بتفسيرات ما يسمى بعدة عوالم للأمريكي هوق إفريست ، وقد رجحت من طرف بعض العلماء على مدرسة كوبنهاغن، منهم أبرز علماء العصر الحالي مثل ريتشارد فاينمان وستيفن هاوكينغ .

تطرقنا في الجزء الإبتيمولوجي من هذه الرسالة وقصد توضيح الإشكالية، الى دراسة عميقة للمدرستين أعلاه مع تقديم بعض الملاحظات المتواضعة لكليهما، وقمنا بحل بعض الأمثلة بمفهومي كل من المدرستين ومناقشتها بعد تقديم نمذجة أصلية لمدرسة عدة عوالم. كل هذا قصد استعمالها في توضيح وتسهيل موضوع ميكانيك الكم للطلبة. مع التّطرق بإيجاز لبعض المدارس الأخرى ذات أهمية .

أما الجزء الخاص بالتعليمية: فقد قمنا بتوزيع استبيانات تخص أسس ميكانيك الكم على طلبة السنة الثالثة والخامسة من قسم الفيزياء بالمدرسة العليا للأساتذة، قصد استنباط مواطن اشكالية عدم الفهم الجيد لتفسير مدرسة كوبنهاغن المتداولة في تعليم الموضوع وبعد مناقشة نتائج الاستبيانات ومقارنتها مع نتائج من جامعات أخرى خارجية.

عرضت النتائج على خبراء في تعليمية العلوم، حيث استخلصنا من نتائج الاستبيانات أنه من الأفضل أن ينال موضوع تدريس ميكانيك الكم اهتماما ومراجعة دقيقة من الجانب الإبتيمولوجي والتعليمي .