

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement Supérieur  
et de la recherche Scientifique  
ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
Vieux-kouba (ALGER)  
Département de physique



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
المدرسة العليا للأساتذة  
القبّة القديمة ( الجزائر )  
قسم الفيزياء

تفسيرات مدرسة كورنيهاغن لمفاهيم ميكانيك الكم

مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي.

تحت إشراف الأستاذ:  
رابح لاج.

إعداد الطالبين:

حسين مسعودي.  
صلاح الدين عايد.

لجنة المناقشة:

الأستاذ: علي سلطاني ..... رئيسا.  
الأستاذ: نصر الدين مولاي ..... ممتحنا.  
الأستاذ: رابح لاج ..... مشرفا.

السنة الدراسية 2015/2014  
دفعة جوان 2015

الفهرس:

مقدمة.....(2+1)

I. الفصل الأول

تمهيد.....(4)

1.I. الفيزياء الكلاسيكية.....(4)

2.I. ظهور النظرية الكمية و انهيار الفيزياء الكلاسيكية.....(5)

1.2.I. ظهور النظرية الكمية.....(5)

2.2.I. انهيار الفيزياء الكلاسيكية.....(6)

1.2.2.I. إشعاع الجسم الأسود.....(6)

2.2.2.I. المفعول الكهروضوئي.....(9)

3.2.2.I. تأثير كومبتون.....(11)

3.I. افتراض دي برولي.....(12)

1.3.I. حيود الإلكترونات.....(14)

4.I. الميكانيك الموجية ومعادلة شرودنجر.....(14)

1.4.I. معادلة شرودنجر.....(15)

5.I. الاختلاف بين الفيلسفتين الكلاسيكية والكمية.....(16)

1.5.I. مبدأ السببية الغائية.....(16)

- (17).....مبدأ الحتمية.2.5.I  
 (18).....مبدأ الاستمرارية.3.5.I  
 (18).....مبدأ انحفاظ الطاقة.4.5.I  
 (18).....مبدأ انحفاظ الطاقة.4.5.I

## II. الفصل الثاني

- (21).....تمهيد  
 (21).....1.II. التعريف بالمدرسة.  
 (22).....2.II. المبادئ الأساسية للمدرسة.  
 (22).....1.2.II. مبدأ التقابل.  
 (24).....2.2.II. مبدأ الاكتمال.  
 (29).....3.2.II. مبدأ عدم التّحديد.  
 (35).....4.2.II. التفسير الرياضي (الإحصائي) لدالة الموجة.  
 (37).....3.II. تفسير بعض التجارب وفق نظرة المدرسة.  
 (38).....1.3.II. تجربة الشقّ المزدوج (إزدواجية الموجة والجسيم).  
 (41).....2.3.II. قطة شرودنجر.  
 (44).....3.3.II. صديق ويغندر.  
 (45).....4.3.II. تجربة الإي بي آر

4.II. التّقبل بين الفيزيائيين.....(47)

### III. الفصل الثالث

تمهيد.....(50)

1.III. الحركة في كمون مركزي.....(50)

1.1.III. معادلة شرودينجر في الإحداثيات الكروية.....(50)

2.III. الذرات شبيهة الهيدروجين.....(53)

1.2.III. تطبيق على تفسيرات مدرسة كوبنهاغن (نظرة كوبنهاغن لذرة الهيدروجين).....(58)

### IV. الفصل الرابع

تمهيد.....(63)

1.IV. تفسير الموجة الرائدة.....(63)

2.IV. تفسير العوالم المتعددة.....(64)

3.IV. تفسير بوم.....(65)

الخاتمة.....(67)

مقدمة:

إِنَّ الحمد لله نحمده ونستعينه ونستغفره ونعوذ بالله من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا، من يهده الله فلا مضلّ له ومن يضلّل فلا هادي له، وأشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له وأشهد أن محمداً عبده ورسوله.

أمّا بعد:

فإنه مذ بدأت الأوساط العلمية في أخذ مفهوم "الذرة" على محمل الجدّ، وهذا العالم يشتعل لهيباً من الأسئلة لم تخفت بعد، ويشكّل بما حوى من غرائب وعجائب خارج ما ألف الناس من مدركات نقاطاً مشوشة لم تتصل بعد، ممّا حدى بكثير من عباقرة الفيزياء في مطلع القرن العشرين بتناول المفاهيم الفلسفية العميقة لهذا العالم، ليبنوا تصوراً واضحاً عن العالم المادّي.

كانت أهم هذه المدارس "مدرسة كوبنهاغن" ومؤسسها "نيلز بور" الذي فتحت على يده البشرية علم الفيزياء الذرية، وميكانيكا الكم، وأشهر رواد هذه المدرسة: هايزنبرغ، ماكس بورن وباولي.

لهذا فقد أخذنا على عاتقنا ضمن هذا البحث أن نتناول شيئاً من فلسفة هذه المدرسة، والأسس التي اعتمدها في بناء تفسير متماسك ومتناسق للصيغة الرياضية للنظرية الكميّة، فعالجنا هذا الموضوع الشيق في أربعة فصول، حيث تعرضنا في الفصل الأوّل منه إلى الجانب التاريخي لظهور ميكانيكا الكم، والذي كان أساسه بعض الظواهر التي عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيرها، وذلك حرصاً ممّا على إطلاع القارئ الكريم على نقاط التحوّل العظيمة في الفكر المعاصر، ومنشأً هذه النظرية العجيبة التي لم تترك مجالاً من مجالات العلوم إلاّ ودخلته، ثم عرّجنا على أهمّ الاختلافات الفلسفية بين مبادئ الفيزياء الكلاسيكية وميكانيكا الكم، أمّا الفصل الثّاني فقد خصّصناه لدراسة المبادئ والأسس التي بنت عليها مدرسة كوبنهاغن تفسيرها لميكانيكا الكم، ولتوضيح عمق أبعاد هذه المبادئ الفلسفية ذيلّنا هذا الفصل بذكر بعض التجارب والمفارقات، التي اشتدّ فيها الخلاف واحتدم

فيها النقاش بين فيزيائيي المدرسة ومعارضيه، ثم أتينا في الفصل الثالث إلى تطبيق هذا التفسير على إحدى أهم أسس العلم الحديث وهي ذرة الهيدروجين، فتعرضنا إلى نتيجة هذا التفسير في تصوّر الذرة وتركيبها حتى يتبين لنا عمق هذه النظرية. أمّا الفصل الرابع فقد حاولنا لفت الانتباه إلى وجود تفسيرات أخرى عدا تفسير كوبنهاغن، مقتصرين في ذلك على ثلاثة منها وبإطالة مختصرة.

وفي الأخير نتمنى أن نكون قد وفقنا في هذا العمل، وفتحنا الباب أمام الطلبة لمناقشة أفكار هذه المدرسة وغيرها من المدارس التي انبرت لتفسير النظرية الكمية، والحمد لله أولاً وآخراً وصلى الله وبارك على نبيه محمد وعلى آله وصحبه وسلم.