'فيرنر هايزنبرغ' ومسألة نقل فيزياء الكوانتم من التخمين الفرضي إلى الطرح النظري

Werner Heisenberg and the Question of Transfer Quantum Physic from Hypothetical Speculation to Theoretical Proposition

د. رحموني عبد الله [1]*

[1] جامعة محمد بن أحمد وهران2. الجزائر، rahmouniabdallah@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 2020/10/26 تاريخ القبول: 2021/01/02 تاريخ النشر: 2021/03/31

الملخص

تعد فيزياء الكم محصلة الأبحاث المعمقة في الكهرومغناطيسي وهي الفهم الكلي للطاقة الحرارية والضوئية وبذلك فهي قد تجاوزت فيزياء اينشتاين 'نظرية النسبية العامة' وعليه فإنها تتكفل لنفسها البحث عن ما يثبت نتائجها منهجيا ونظريا والابتعاد عن مفهوم العشوائية في العلم وإيجاد نسق معرفي تنفرد به عن الفيزياء الكلاسيكية والحديثة.

أما إبستيميا ركزت عمليا على ادحاض تكذيبها من طرف علماء الفيزياء الحديثة وعمقت البحث في جزيئات الضوء الجسيمية والتموجية وذلك ما تكفل به الفيزيائي الالماني 'فيرنر هايزنبرغ' مرتكزا على أبحاث كل الفيزيائيين الذين لهم إيمان بفيزياء الكوانتم اذ عمل إلى الاستناد إلى رياضيات العالم الرياضي 'فورييه' هدفا منه إيجاد تقعيد نظري رياضي يسمح لفيزياء الكوانتم تلقى قبولا علميا من طرف المجتمع العلمي.

الكلمات المفتاحية: الكهرومغناطيسة، ميكانيكا الكوانتم، التخمين، الفرض، الارتياب.

Summary

Quantum physic is result of deep research in electromagnetism, which is the overall understanding of thermal and light energy, thus it exceeds Einstein's Physic "the general theory of relativity". Therefore, it ensures research to prove its results systematically and theoretically, also to move away from the concept of randomness in science and to create a scientific system that is different to classical and modern physics.

Whereas, epistemelogy focused practically on falsified the refutation by modern scientists of physic and in deep research in particles light and waves and this is what the German physicist Werner Heisenberg do. Werner Heisenberg based on all the research of physicists who believe in the quantum physic, through to the Fourier mathematic to create mathematical theory that allows the acceptance of quantum physic by scientific community.

Keywords: Electromagnetism, Quantum, Speculation, Hypothetic, Uncertainty.

* د. رحموني عبد الله : rahmouniabdallah@yahoo.fr

مقدمة:

يعتبر الحديث عن المسائل التي خلفتها الثورات العلمية على مستوى العلم، وبالخصوص في الفيزياء الحديثة والمعاصرة. بدءا من ظهور النظرية النسبية لأينشتاين، وسيطرتها وامتدادها للعلوم الأخرى؛ هو الميلاد العلمي الثوري الذي أدى ضرورةً إلى صياغة أطُر علمية مع رسم حدود له عرفت بالحتمية، وانتقال العقل العلمي من المرحلة الكلاسيكية إلى المرحلة الحديثة إلى المعاصرة، في مختلف العلوم كالرياضيات والفيزياء، حيث أحرزت هذه الأخيرة في مجال بحثها النظري والتطبيقي تقدما هائلا نتج عنها عدة نظريات أهمها نظرية الضوء وحركة وسرعة الإليكترون وعدم ثباته؛ هذا على المستوى التاريخي.

أما على المستوى الإبستيمولوجي فحديثنا يأخذ على وجه التحديد المجال المعرفي العلمي الذي ظهرت فيه ميكانيكا الكوانتم، والمسائل المعرفية التي أدخلتها في أزمة علمية، والأُفُق المفاهيمي الذي طُرِح أو أُفتِرض أكان تجاوزياً أو قطيعة إبستيمولوجية بينها وبين النظريات التي سبقتها. وإذا كانت مشاكل الفيزياء في جانبها البحثي والتفسيري لوقائع الكون كفيلة بإيجاد طرق أو بدائل أنسب للغوص في أغوار الكون، واكتشاف جزئياته اللامتناهية في الصغر، حدّت من تحكميتها العلمية ليُفتح المجال نحو ما يقدمه الفضول العلمي والافتراضات الفيزيائية.

إذ التحول الأشهر في تاريخ العلم الفيزيائي هو اكتشاف الكهرومغناطيسية الذي قلب بحث الفيزياء من شقها المادي إلى شق طاقوي حراري، وبالتالي كان بمثابة الشفرة التي مهدت الطريق إلى دراسة الجزئيات الكهربائية وصولا إلى اكتشاف الإلكترون، ومنه بدأت الفيزياء تتجه نحو مسائل أعقد من التي كانت تقوم بدراستها كالحركة. كما أن انفتاحها على دراسة التركيبة الطبيعية للضوء زادت من تفاقم مشاكل تفسير الفيزياء لطبيعة مكونات المادة، وبالتالي وسعت من آفاق البحث المكثف الذي انتهى إلى الأزمة الشهيرة على مستوى الدراسة والمنهج عرفت بالارتياب. وعليه فإن إشكالية بحثنا صيغت على النحو التالي:

كيف تمكن العقل العلمي من استيعاب الفيزياء الكلاسيكية، محدثا تجاوزا إبستيميا في مفاهيمها، وثورة معرفية في أسسها مشكلا أزمة علمية مهدت ميلاد نظرية الكوانتم ومبدأها عدم اليقين (اللاتحديد)؟

1. ميلاد نظرية الكوانتم طفرة فيزيائية:

تبلورت قضايا فيزياء نظرية ميكانيكا الكوانتم حول إشعاع الجسم الأسود والتي تعد لغزا مبهما يحتاج إلى تفكيك، ففي صورتها الأولى يعد 'ماكس بلانك' المؤسس الفعلي لها من خلال أبحاثه الإشعاعية وتفاسيرها. مستخلصا إياها في قانونه المعروف بثابت بلانك والذي طبق في ظواهر الفيزياء على مستوى تحليلي واحتمالي. ومن خلال اعتبار ما خلص إليه **'دي بروى'** في التوفيق بين النظريتين في التفسير الفيزيائي، واكتسب التفسير الاحتمالي علاقته بميكانيكا الكم وعليه تم ميلاد ثاني لنظرية الكوانتم على يد الفيزيائي الألماني 'فيرنر هايزنبرغ' والذي خاض معركته العلمية مع **نيلز بور** في تأكيده على مبدأه الريبي في فيزياء الكوانتم. من خلال ثبات وملاحظة حركة وسرعة الإلكترون.

وبعكس منطق بور أصبح فيرنر هايزنبرغ W. Heisenberg يدرك "أن الملاحظ لا يستطيع أن يستنبط حدثا مفردا متفردا له كأنه له أن يفضي إلى النتيجة المقاسة. لعل ما حدث عبارة عن نطاق من الموجات الالكترونية – الفوتونية المحتملة. وقد وصف مواجهة بين جسمين فوتون وإلكترون واكتشف **عوزا في الدقة** ناجم عن عدم قابلية ذلك الصدام للتنبؤ."(**ديفيد، 2009، ص:185**)

إذن خرج إلى الحقل العلمي مفهوم معرفي جديد (**الريبة**) والذي لقي شيء من الرفض وعدم القبول في الوسط العلمي لدى الفيزيائيين الكبار، لذا توجب على صائغه إيجاد الإطار القانوني للاعتراف به. وهذا ما عمل 'هايزنبرغ' للوصول إليه مستندا إلى الإثبات الرياضي. إذ يقول:« ... إنه يتعين على المرء إن يدون القوانين الميكانيكية ليس في شكل معادلات خاصة بمواضع الالكترونات وسرعتها، بل في شكل معادلات خاصة بالترددات وسعاتها وفق مقاييس فوريه.»(**ديفيد، 2009، ص:142**)

وعليه حوّل "الوضع والسرعة من أعداد مفردة إلى مجاميع متعددة المكونات. ضرب عددين معا ينتج صفحة كاملة تعج بالأعداد الممكنة، تتكون من كل عنصر في القائمة الأولى مضروبا في كل عنصر من القائمة الثانية (...) ورأى أنه حاصل ضرب كل عنصرين من مثل هذا العنصران يمثل تحولا مزدوجا، تحول وضع إلى وضع ثان، ثم تحول من الثاني إلى ثالث لكن ما استحدثه من الضرب غير قابل للعكس س ضرب ص لا تساوي ص ضرب س."(**ديفيد، 2009، ص:145**)

هذا ما خلص إليه بهدف إثبات مفهومه الجديد دون أن يعي ما اسم هذه الثوابت الرياضية، متسائلا عن نجاح اينشتاين في التوصل إلى صيغة نهائية رياضية للنسبية، يقول في ذلك:« استحداث اينشتاين للنسبية أعاد ابتكار المكان والزمان في معنى التزامن. في ميكانيكا نيوتن، كان الزمان مطلقا.»(**ديفيد، 2009، ص:167**) ومن خلال بحثه الرياضي تمكن من إيجاد مكانة لمبدأ الريبة في ميكانيكا الكم ليزيد من تصدع سببية نيوتن وشكوك حول نسبية اينشتاين فاسحا المجال نحو مناهج وفروض جديدة وتوقعات احتمالية لعلم الفيزياء.

وعليه يمكن اعتبار قول "**ف. هايزنبرغ**" تدليل على كل ما وقع فقد "أعطت علاقات عدم اليقين ذلك المقياس للتجرد من قيود المفاهيم الكلاسيكية الضرورية للوصف المتوافق للعمليات الفيزيائية، وعليه سيكون برنامج الاعتبارات التالية كما يلي: أولا: دراسة استقصائية عامة لكل المفاهيم التي اقترح تقديمها بالتجارب الذرية، وثانيا لتحديد نطاق تطبيق هذه المفاهيم، ثالثا، لتبيان إن المفاهيم قد حددت بجانب الصياغة الرياضية لنظرية الكم من خطة متوافقة ذاتيا."(**هايزنبرغ، 2011، ص:12**)

يرى أنصار الكوانتم أن هناك نوع من التحرر العلمي المفاهيمي من قبضة فيزياء النسبية وبالتالي إحداث نوع من التجاوز المعرفي على مستوى المنهج والتقعيد الرياضي. ذلك شكل نوع من اللاوثوقية التامة بالفيزياء الكلاسيكية والحديثة.

2.1: مضامين نظرية الكوانتم عند هايزنبرغ (مبدأ اللاتعيين):

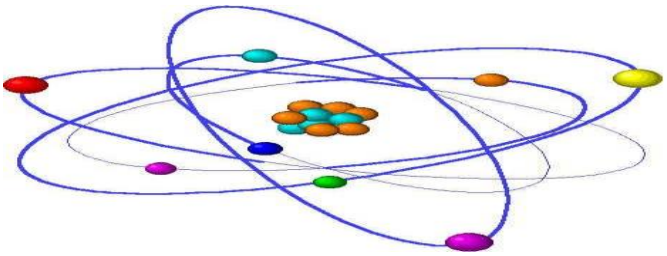
لقد غيرت **نظرية الكوانتم quantum theory** في ميلادها الثاني على يد الفيزيائي "**هايزنبرغ**" أسس ومفاهيم الفيزياء الكلاسيكية بدءا من موضوع الدراسة إلى منهجها فلم تعد التجربة محسومة النتائج والملاحظة دقيقة إذ لم يعد الثبات لغة تفسر بها النتائج العلمية الفيزيائية، وانتقلت بالعلم من الضبطية والتحكّمية إلى الصدفة والعشوائية والاحتمال ولغة الفروض والتخمينات فهي لم تعد تتشبث بالماضي من حيث نشوء العالم وحركة الكواكب وغيرها، بل اقترنت بالحاضر وجزئيات ظواهره المتناهية في الدقة وأصبحت **الفيزياء الحديثة** تعتمد على طرائق بحثية كالطرق التي يتم بها لعب بعض الألعاب التي لا تخضع إلى قاعدة تفسيرية كما يحدث أثناء لعبة البيليارد والنرد والقمار ... وغيرها، **إذن إذا كان هذا هو توجهها الإبستيمي فإلى إي منطق تستند؟**

يؤكد "**ف. هايزنبرغ**" على عدم محدودية التطور على مستوى الأبحاث في مجال الفيزياء لتتمكن من التخلص مما يمكنه أن يعيقها في إتمام مسيرتها الكشفية في الطبيعة وهو ما أكده من خلال قوله:« سنجد في نظرية الكوانتم (...) أن إهمال أساسيا الوصف الكلاسيكي للطبيعة لم يحدث بسبب دخول بعض الآراء الجديدة والغريبة إلى روح الفيزيقا السابقة، بل على العكس من ذلك، لقد اجبر العلم – بالتدريج – على أن يترك أساس الفيزياء الكلاسيكية نتيجة لسلسلة من الاكتشافات المشهودة، وبعد أن اكتشف "ماكس بلانك" كم الفعل، كانت أول وأهم خطوة (...) هي معرفة أن الضوء بالرغم من طبيعته الموجية التي توضحها تجارب التداخل التي لا تحصى، له خصائص الجسيم في بعض التجارب الأخرى.»(**هايزنبرغ، 2011، ص:10،09**)

بينما يؤكد الفيزيائي "**بول ديراك Paul Dirac**" (1902- 1984م) على أن ميكانيكا الكم لم توافق النظرية الكلاسيكية فكان لابد من الخروج عنها قائلا:« ولقد أوضحت التجارب إن هذا السلوك الشاذ (غير طبيعي) ليس مقصورا على الضوء، ولكنه سلوك عام. فكل الجسيمات المادية لها خواص موجية، يمكن أن تظهر تحت ظروف مناسبة ولدينا مثال واضح وعام لانهيار الميكانيكا التقليدية (الكلاسيكية) ليس

فقط عدم دقة في قوانينها التي تصف الحركة. ولكن عدم مواءمة في مفاهيمها لكي تمدنا بوصف للأحداث في نطاق الذرات."(**ديراك، 2010، ص:19.18**) لكن كيف سيتم ضبط الفيزياء الحديثة في خضم ثورة الكوانتم وما هو التفسير الملائم لها؟

حاول "**ف. هايزنبرغ**" نسيان الإلكترون وحركته، وللخروج من التصور الفلكي للذرة "الذي افترضه بور"، واعتبر أن حركته داخل الذرة كحركة كرة صغيرة تجري حول مدار ما. لأن الإلكترون معقد وصغير لا يمكن أن نطبق عليه قوانين الميكانيكا الكلاسيكية على حركته. وبما أن الذرة مؤلفة من نواة تدور حولها الالكترونات، وأن هذه تطلق مقدارا معينا من الطاقة عندما تستثار، وعليه فليس من الممكن أن يوجد عند انتقاله من حالة قارة إلى أخرى، أي أن طبيعته الخالصة تفرض علينا اعتباره لا كجسم ينتقل من مكان إلى آخر، بل 'كشيء' يمكن أن يوجد في نفس الوقت في أمكنة مختلفة "لا يمكنه أن يحتل مكانين."(**الجابري، 2002، ص:379**) وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل (1): يوضح عدم ثبات حركة الإلكترون في مداره الاهليجي.

3.1: مغزى مبدأ عدم اليقين:

عمّق الفجوة أكثر هذا المفهوم الثوري الذي عرف بمبدأ اللاتعيين (مبدأ عدم اليقين) **UncertaintyPrinciple**. ويرتبط هذا بفكرة الثنائية الموجية –الجسيمية– wave particlesduality"(**غريبين، 2001، ص:252**)، إذ يعد عام 1925م التطور الأعظم لهذه النظرية من خلال مبدأها الذي ينص منطوقه بصراحة على اللاحتمية إن لم نقل ولا شيء اللاحتمية.

إذ تعد ميكانيكا الكوانتم بداية "موجة جديدة للحتمي Déterministe والتي تدعمت بمبدأين أساسيين بوجه الخصوص نمطها الإحصائي وعلاقة اللايقين لهايزنبرغ (هذين المبدأين مرتبطين فيما بينهما) والنمط الثاني يطرح أيضا الحجة الأساسية لبداية اللاحتمية وصالحة في مجال علاقة اللايقين (اللامحققية) **لهايزنبرغ**، فطبقا لهذه العلاقة يستحيل القياس المتزامن وتحديد اللانهائي لموضع وسرعة الجزء الكوانتي."(**طريف الخولي، 2001، ص:357**)

ينطلق مبدأ عدم اليقين من لغز فرضي الذي عدّ أن الذرة والالكترونات هي في حركتها ونظامها كالكواكب بالنسبة للشمس متسائلا "لماذا لا تسقط الالكترونات الخاصة بذرة ما في نواة الذرة، حتى وإن كان بالوسع أن تفعل ذلك في سلسلة من القفزات وليس في صورة حركة حلزونية إلى الداخل. إن الإلكترون الذي يدور في مداره حول النواة تكون كمية حركته محددة للغاية بتأثير خواص المدار، لذلك فإن حالة عدم اليقين بشأن منهج ثنائية كمية الحركة – الموضع لابد أن تكون في موضعها. معنى هذا أن إلكترونا يدور في مداره في مكان ما فان هناك عدم يقين بالنسبة إلى موضعه – انه قد يكون عند أحد طرفي المدار أو عند طرف آخر (أو يمكن أن يكون موجة منتشرة حول المدار إذا آثّرت هذه الصورة). ولكن إذا سقط في النواة كذلك فإن كمية حركته ستتحدد تماما نظرا إلى أنه لا يتجه إلى أي مكان غير محدد. إذ أن هذا انتهاك لمبدأ عدم اليقين (إذا شئت التفكير في الأمر على هذا النحو، فان لك أن تقول أن النواة صغيرة جدا بحيث لا تتسع لموجة مقترنة بإلكترون للاستقرار داخلها). وإذا سلمنا بأن العدد الملائم موجود في الداخل مع كمية الحركة الملائمة لإلكترون داخل الذرة فسوف يبين لنا أن حجم أصغر مدار للإلكترون داخل ذرة هو أصغر ما يكون من دون إخلال بمبدأ عدم اليقين، وأن أحجام الذرات (مع واقع أن الذرات موجودة كحقيقة) يحددها مبدأ عدم اليقين لميكانيكا الكوانتم."(**غريبين، 2011، ص:253، 254**)

تشير قاعدة عدم اليقين إلى درجة عدم التعيين في المعرفة المتاحة حاليا المتزامنة للكميات العديدة التي تعالج بها نظرية الكم، إنها لا تنحصر على سبيل المثال، في دقة تعيين المكان وحده أو في قياس السرعة وحدها.

لذا افترض أن سرعة الإلكترون الحر تكون معروفة بدقة. بينما المكان غير معروف مطلقا عندئذ "تنص القاعدة على أن ملاحظة ثانية للمكان ستغير العزم بكمية غير معروفة وغير معينة بحيث أنه يعيد إجراء التجربة. فان معرفتنا بالحركة الالكترونية تكون مقيدة بعلاقات عدم اليقين."(**هايزنبرغ، 2011، ص:27**) مثلا فلو وقفنا على الشاطئ، كيف سيكون باستطاعتنا إجراء قياس دقيق لسرعة وموقع أية موجة؟ سيمتنع علينا مثل ذلك القياس ولا شك، وتستحيل على أي منا معرفة سرعة الإلكترون وموقعه في نفس الوقت. وهذا ما يوضحه لنا الشكل التالي:

الشكل (2): يوضح تعدد مدارات الالكترون.

تعزي هذه **الريبة uncertainty**، وفق "**هايزنبرغ**" إلى "حقيقة مفادها إن الملاحظة في عالم الصغائر تؤدي إلى تغيير في مواقع الأجسام وسرعاتها. وبكلمات أوضح، إن عملية القياس المطبقة على مجموعة من الذرات تخلق اضطرابا كبيرا فيها يغير من حالتها ويجعلها مختلفة من المنظور الكيفي عما كانت عليه قبل عملية القياس. فالإلكترون مثلا هو جسيم بالغ الضآلة ويستتبع قياس موقعه في الذرات ارتداد الفوتونات الضوئية عنه."(**كاكو، ترينر، 1991، ص:63**) لكن حين يريد العالم "تحديد مسار الإلكترون واحد وسرعته واتجاهه فجهد ضائع. نستطيع فقط أن نجد نقطة من نقط تحركات موجات الالكترونات كمجموعة تمثل الوضع المحتمل للإلكترون المعين. لكن الإلكترون الواحد منعزلا عن أخوته في مجموعته ليس غير بقعة غير

محددة، شأنها في ذلك شأن الريح أو موجات الصوت في الظلام، وكلما قل عدد الالكترونات التي يلاحظها العالم زاد حيرة."(**زيدان، 1982، ص:28**)

ويؤدي مبدأ عدم التيقن أو مبدأ اللادقة **Uncertainty Principle** كذلك إلى نشوء "ظاهرة مدهشة تعرف باسم ظاهرة "المرور في نفق الكم". فإذا أطلقت رصاصة من البلاستيك صوب حائط أسمنتي سمكه عشر أقدام، فان الفيزياء الكلاسيكية تؤكد ما تنبئك به غريزتك: سترتد الرصاصة إليك، والسبب في ذلك ببساطة أن الطلقة لا تملك الطاقة الكافية لتنفذ من خلال هذا العائق الهائل. غير أنه على مستوى الجسيمات الأساسية فإن ميكانيكا الكم تبين بما لا يدع مجالا للشك أن دوال الموجة –أي الموجات الاحتمالية– للجسيمات المكونة للرصاصة تملك قطعا صغيرة جدا ستخترق هذا الحائط. ويعني ذلك إن هناك فروض ضئيلة – لكنها ليست صفرا – أن تخترق الرصاصة بالفعل الحائط لتندفع من الجانب الآخر. كيف يحدث ذلك ؟ يرجع السبب مرة أخرى إلى مبدأ عدم التيقن."(**غرين، 2005، ص:28**)

وتبرز هذه التجربة مقدرة الحس في إدراك ما هو مادي، إي ما تقوى الحواس على مشاهدات (رصاصة بلاستيكي) والتي هي تمثيل لعالم **الماكروفيزياء Macrophysics**، من حيث الشكل واللون والحركة بدايتها ومحدوديتها، وعلى عكس ما هو محجوب أو متستّر عن المشاهدة الحسية إذ لابد من إدخال الآلات المجهرية للكشف عن ما هو تمثيل لعالم الميكروفيزياء **Microphysics** للنفوذ إلى عالم الذرة وما دونها واثبات إنها توجد جسيمات لها إمكانية تجاوز الحاجز إلى ما وراءه. **لكن إذا كان عالم الميكروفيزياء تحكمه لغة السرعة والحركة وعدم الثبات، فكيف يتم إخضاعه للقوانين الفيزيائية؟**

تعد حركة الجسيم وفق تعداد زمني يمكن قياسه وفقا للمساحة المكانية المعينة إذ أن "انقضاء الفترة الزمانية بين قياسات المكان كبيرا فيمكن قياس السرعة بأي دقة مطلوبة قبل وصول الجسيم إلى المكان الثاني، لكن السرعة بعد المكان الثاني لا يمكن تعيينها بدقة، وهي ذات أهمية فيزيائية. ومرة أخرى فان التغيير في العزم بعد قياس الموضع الثاني يكون غير معين مؤيدا لعلاقة عدم اليقين."(**هايزنبرغ، 2011، ص:32**)

وعندما نريد ضبط موقع الالكترون لابد من "أن نسلط عليه شعاعا ضوئيا، أي لابد من أن نقذفه بقوة (...) ونحن نعرف أنه عندما يصطدم الفوتون بالإلكترون يأخذ منه هذا الأخير قسطا من طاقته يضيفها إلى نفسه فتزداد سرعته فيلتبس عليه موقعه. ويشبه الفيزيائي الفرنسي **روني ديتوش Destauche Rene** هذه الظاهرة بقطة محصورة في قبو مظلم تخاف من الضوء وتهرب منه. وعند تحديد موقعها (...) يكون من خلال ثقب صغير نرسل منه بعض الضوء ولكن بما أنها تخاف الضوء وتهرب منه، فإنها تفر بمجرد أن تراه، الشيء الذي يجعل من المستحيل علينا تحديد موقعها بالضبط."(**الجابري، 2002، ص:381**) إذ أن عدم تموقع الالكترون في نقطة معينة وفي لحظة معينة اصطلح عليه الفيزيائيين على أنه غمامة الكترونية لها أكثر من نقطة مادية محدودة في الفراغ.

محاولة تحديد اتجاه الالكترون بمعدات تقنية مجهرية أتُعد هذه الآلة قادرة على رصده أم باستطاعة الشيء المرصود الانفلات منها! "ربما لتعيين المسار بجعل الميكروسكوب متحركا ونقيس الارتداد المستقبل من كم الضوء، ولكن هذا لا يتغلب على علاقة عدم اليقين، لأنه سيظهر مباشرة السؤال عن مكان الميكروسكوب (...) وأن مكان الميكروسكوب لا يحتاج أخذه في الاعتبار، إذا كان الالكترون ومقياس ثابت سيلاحظان في آن واحد خلال الميكروسكوب المتحرك وهذا سيتحمل هروبا من قاعدة عدم اليقين، لكن المشاهدة عندئذ تحتاج آنية مسار كمين من الضوء على الأقل خلال الميكروسكوب إلى الشاهد –واحد من الالكترونات، وواحد من المقياس– وقياس الارتداد إلى الميكروسكوب لن يكون كافيا لتعيين اتجاه الضوء المشتت بواسطة الالكترون وهكذا إلى ما لا نهاية."(**هايزنبرغ، 2011، ص:29**)

إن كثرة وقلة حركة الالكترون تختلف حسب صغر أو كبر المكان الذي يتواجد فيه حيث أنه "كلما صغر الحيز المكاني الذي نأسر الالكترون فيه ازداد الارتياب والشك في قيمة اندفاعه. وهكذا نجد أنه يلزمنا هنا قوة هائلة من أجل احتجاز الالكترون في حجوم متزايدة في الصغر بسبب ما يقتضيه ذلك من تأرجحات في الاندفاع متزايدة في الكبر. وعليه فإن حاصل جداء الارتياب في قيمة الاندفاع بالارتياب في الموضع أكبر دوما

من قيمة ثابت بلانك مقسومة على **p2**، ويدعى هذا الأمر بمبدأ الارتياب (الشك وعدم اليقين) لهايزنبرغ."(**ليدير مان، هيل، 2009، ص:382،383**)

2.الطابع النظري لنظرية الكوانتم

1.2: الصيغة الرياضية لمبدأ عدم اليقين:

أجمع علماء فيزياء الكوانتم وفق بحث في حركة الإلكترون والنتائج الملاحظة على أن تلك التمثيلات الفرضية هي في حاجة إلى إثباتات رياضية لأن من خاصية العلوم التجريبية اتخاذ الرموز والأعداد قواعد ثابتة تترجم سير تلك الظواهر وعليه فإن علاقة الارتياب تنص "على أنه لا يمكن تحديد موقع الإلكترون وسرعته في آن واحد وهي كما يلي:

$$\Delta \text{م} \ \Delta x \ \text{س} \geq \text{هـ}$$

تشير "م" إلى الموقع و "س" إلى السرعة أو بتعبير أصح: كمية الحركة وهي الكتلة مضربة في السرعة أما "هـ" فهي ثابت بلانك ، وعلى هذا فإن الخطأ في تحديد الموقع مضروبا في الخطأ في تحديد السرعة يساوي، أو أكبر من ثابت بلانك."(**الجابري، 2002، ص:380**)

ولنفرض "أن: $\Delta E \ \Delta t > h$

$$\Delta p \Delta x > h$$

حيث أن: ΔE هو الارتياب في قياس الطاقة.

: Δt هو الارتياب في قياس الزمن.

: Δx هو الارتياب في قياس موضع الجسيم المادي لهايزنبرغ."(**فراجي، 2011، ص:102**)

لنخلص من خلال ما سلف ذكره، وما عرضنا، أن 'هايزنبرغ' في محاولته لدرأ الانتقادات حول مبدأ اللايقين، ما كان عليه إلا إيجاد الصياغة الرياضية والتي هي بمثابة القانون ليضمن لكمية الفيزياء الارتيابية مقارعة الفيزياء الحديثة. حيث "أدخل هايزنبرغ حساب المصفوفات في ميدان الذرة. متصورا هذه الحركة، لا على أنها عبارة عن انتقال الالكترون من مدار ما حول النواة إلى مدار لآخر، بل بوصفها تغييرا وتعديلا لحالة المنظومة الذرية في الزمن تغييرا تضبطه الماتريسات. وعليه فإن مشكلة احتفاظ الذرة على توازنها واستقرارها (وبالتالي عدم سقوط الالكترون في النواة) تصبح مشكلة غير ذات موضوع، ذلك لأن الإلكترون عندما يكون في ذرة غير مستثارة، يبقى حسب هذا التصور الجديد لنوعية حركته، ساكن، وبالتالي فهو لا يصدر أية طاقة. أما عندما 'ينتقل' من محطة مدارية إلى أخرى، أي عندما تتغير حالة المنظومة الذرية في الزمن، فانه من الممكن 'ضبط' هذا التغير بطريقة احتمالية."(**فراجي، 2011، ص:379**)

2.2: ميكانيكا المصفوفات

عمل هايزنبرغ وفق تكوينه العلمي البحث رياضيا عن النمط الذي يخدم فيزياءه، فكان حريا به العودة إلى رياضيات العالم فوريه، حيث وجد ما يخدم فرضه التخميني في توظيف مفاهيمه التي اكتشفها من خلال تجاربه حول الإلكترون وبالتالي هي متضمنة في تلك الرياضيات. فعمد إلى "**تحليل المصفوفات matrix analysis** لمساعدته على اشتقاق معادلته بمصطلحات كالتّردد والموقع والزّخم إلى جانب طرق دقيقة للتحكم بها رياضيا. إذ لاحظ أنه كلما عرف الموقع كلما قلّ من معرفة الزخم والعكس، وبتحديد الموقع بشكل أحسن، قل تحديد الزخم وكلما زادت دقته في تحديد الزخم، قلت معرفته بالموقع."(**الهيفي، 2010، ص:229**)

ميكانيكا المصفوفات Matrix mechanics التي تمثل فيها الخواص الفيزيائية للجسيم كالطاقة وكمية الحركة (السرعة) والمكان والزمان كأدوات رياضية تسمى المصفوفات التي هي تعميم لفكرة الأعداد البسيطة. والأعداد البسيطة تخضع لقانون الضرب التبادلي "وهو أن نتيجة ضرب الأعداد لا تعتمد على ترتيبها." (**فراجي، 2011، ص:110**) وتمثيل ذلك كالآتي:

$$48 = 4 \times 2 \times 6 = 6 \times 4 \times 2$$

إذن فالترتيب ضروري في عملية الضرب. ويمكن أن نبين ذلك في:

أ × ب≠ب×أ ⟵ الضرب غير قابل للعكس.

وما يمكن أن نخلص إليه من خلال هذه القوانين الرياضية أن "هايزنبرغ" بمبدأه الارتيابي "عدم اليقين" استطاع إيجاد تفسير رياضي لحركة الإلكترون التموجية والجسيمية والتي هي تبدّلية غير ثابتة لها نوع من القفزات تتخذ منحى القوة في الارتفاع إلى قوة أسرع ثم فأسرع من الأسرع أو منحى الضعف، ومن خلال هذه النتائج والمفارقات صاغت نظرية الكوانتم منطق بديل غير المنطق القديم. ومن دعائمه: لا وجود لفكرة قائمة بذاتها ما لم نجري عملية القياس: أ ليس أ ، "ما لم نقيس أ " هذا الحكم هو بمثابة مبدأ عدم التناقض في المنطق التقليدي. يطلق أحيانا مبدأ التّتام "معرفة طبيعة أحدهما تؤدي احتماليا إلغاء الآخر "الجسيمي، الموجي"(**فراجي، 2011، ص:110**) وعلى هذا الأساس تبنى وجهة نظر فلسفية فيما يتعلق "بالنظرية الكوانطية" دمج مبدأ اللايقين ومبدأ التتام. ومنه يأتي تأويل مدرسة كوبنهاغن والذي يتلخص في مبدأين أساسيين:

- ✓ معرفتنا عن العالم الكوانطي هي معرفة احتمالية وليست أكيدة "تأكيدها على الاحتمال".
- ✓ لا يمكن الحديث عن خصائص جسيم كوانتي ما لم نحدد الجهاز التجريبي الذي نقيسه به.

إذن "العالم الكوانطي يستمد وجوده من أجهزة القياس." أي تفاعل الجسيمات (موجي، جسيمي) "تتام" مع الجهاز تظهر في هذا الوجه أو ذاك."(**فراجي، 2011، ص:113،114**)

من خلال ما توصلت له نظرية الكوانتم ومبدأها اللايقيني بأن الملاحظة تظل عاجزة، لأن الموضوعات المعالجة لا تخضع لها ولا لنفس القوانين التي سيطرت في الفيزياء الكلاسيكية، ومن هذه المفارقة جعلت الفيزياء الحديثة تشق طريقا آخر يناسبها، وارتأت سبيلها إلى تفسير وتأويل العالم طريق اللاحتمية، ووضعت حدا فاصل بين عملية القياس ونتائجها وبين الشيء المقاس ، إذ نجدها تنطلق من القوانين الكلاسيكية للفيزياء ثم

تعمل على تجاوزها في منهج التفسير والتمثيل الرياضي، وذلك ما أجاز لها الاعتماد على الإحصاء وابتكار معادلات لميكانيكيها الكمي. وعليه فإن اللاحتمية فتحت آفاق إبستيمية عميقة في حقل التطور العلمي ففي ظلها حلّت المشكلات العلمية التي ظلت عالقة في الفيزياء مثل تحول المادة إلى طاقة والعكس، وتحول الضوء إلى كهرباء، ومشكلة انتقال الحرارة من جسم ساخن إلى بارد والعكس، كما كشفت عن أقنعة هذا الغموض والالتباس نحو ظواهر أكثر غرابة. لكن لا تزال لا يقينيتها تطارد العقل العلمي إلى الاحتمال والذي يشترط التكرار في عملية التجريب مع عدم تطابق الإجابات وبالتالي الحصول على جملة من النتائج المختلفة.

وعليه فإن الاكتشاف مرتبط أو مقرون بعدد تكرار التجارب التي توصلنا إلى التنبؤ. وهذا ما يؤكده **كارل بوبر** (1902- 1994م) في كتابه **'بنية الثورات العلمية'** "إن النموذج الإرشادي هو طفرة تظهر في ذهن الرجل العلمي وهدفه ابتكار وسيلة جديدة لاختفاء نظام ما، ونجد أن بذوره لا تخضع لثوابت القواعد التقليدية العلم القياسي إذ تعد أن تلك القواعد ليست بالكافية لتحديد لعبة صالحة وعليه تحل مكانها قواعد أخرى."(**بوبر، 1991، ص:129**) ويتجلى دور مبدأ هايزنبرغ في طابعه الشكي في تجاوز كل المسائل المسلم بها في المفاهيم المعرفية والنظرية للفيزياء.

3. تحليل النتائج:

إن آراء فيزياء الكوانتم العلمية التي أحدثت شرخا في الفيزياء الحديثة بطرحها مفهوم مبدأ الارتياب والذي اعتبر مرفوضا في منطق العلم وتجلى ذلك في قول اينشتاين "لقد وضع هايزنبرغ بيضة". اذ أكدته أوصاف التجارب التي أجريت على الإلكترونات أو الجسيمات اللامتناهية في الصغر. كما أن تلك الآراء العلمية تنم على حجم الخيال العلمي الكبير لدى علماء الفيزياء واعتقادهم بصحة ما تخمر في عقولهم، والذي دفعهم إلى محاولة إيجاد الصيغة الرياضية لمبدأ الارتياب وإثباته قانون يساير تطور الفيزياء. وبالتالي قبول العلماء الطرح العلمي لنظرية الكوانتم وإجبار منهج الفيزياء الحديثة التفكير بطرق علمية جديدة وإحداث نوع من التجاوز الإبستيمولوجي من حيث دراسة الطبيعة في شقيها عالم الماكرو وعالم الميكرو. وكما أنها فتحت أفق

جديد من جهة ربط الفيزياء بعلم الجبر والحساب أو ما عرف بميكانيكا المصفوفات، ومن جهة أخرى وجهت مناهج بحثها نحو منهج الاحتمال في العلوم.

خاتمة:

تَموقُع مبدأ "اللاتعيين" في قمة تطور نظرية الكوانتم، كان كالثقب في رأس إبرة بالنسبة للفيزياء بصفة عامة. إذ سيطر على دراساتها الحديثة من خلال قاعدته الارتيابية لحركة وسرعة الإلكترون، ومن خلاله استطاعت الفيزياء الخروج من مطب جدلها الإبستيمي، وإذ يعد ذلك ابتكارا لها به وضعت العلم على محك تنافسي بين أُفقه المحدود وقصور العقل عن إحداث طفرات علمية. ويعتبر كمفهوم يمكن من خلاله إحداث نوع من الهزات شككت بيقينيات العقل (الحتمية) وفتح المجال نحو ذاتية الباحث ودور الآلة. وبهذا يكون العلم تشاركي. وقلِّص دور الملاحظة؛ إذ لم تعد كافية لإدراك الحقائق العلمية، لتكون للفرضية والصدفة بعث جديد.

قائمة المصادر المراجع:

1_ قائمة المصادر:

_ هايزنبرغ، فيرنر. (1986). **المشاكل الفلسفية للعلوم النووية**. تر: أحمد مستجير. مصر: الهيئة المصرية العامة للكتاب.

_ هايزنبرغ، فيرنر. (2011). **المبادئ الفيزيائية لنظرية الكم**. تر: محمد صبري عبد المطلب، انتصارات محمد حسن الشبكي. مصر: كلمات عربية للترجمة والنشر.

2_ قائمة المراجع:

_ الجابري، محمد عابد. (2002). **مدخل إلى فلسفة العلوم**. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.

_ بوبر، كارل. (1992). **بنية الثورات العلمية**. تر: شوقي جلال. الكويت: عالم المعرفة.

_ بوبكري، فراجي. **قضايا فكرية**. الجزائر: دار الغرب للنشر والتوزيع.

_ ديراك، بول. (2010). **مبادئ ميكانيكا الكم**. تر: محمد أحمد العقر، عبد الشافي فهمي عبادة. بيروت: كلمة وكلمات عربية للترجمة والنشر.

_ زيدان، محمود فهمي. (1982). **من نظريات العلم إلى المواقف الفلسفية**. بيروت: دار النهضة العربية.

_ طريف، الخولي يمنى. (2001). **فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية**. القاهرة: دار قباء للطباعة والنشر.

_ غريبين، جون. (2011). **تاريخ العلم 1543 –2001**. تر: شوقي جلال. الكويت: عالم المعرفة.

_ غرين، براين. (2005). **الكون الأنيق**. تر: فتح الله الشيخ. بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

_ كيند، الهيفي. (2010). **قصة أعظم 100 اكتشاف علمي على مر الزمن**. تر: جكر عبد الله الريكاني. سوريا: دار الزمان للطباعة والنشر والتوزيع.

_ لندلي، ديفيد. (2009). **مبدأ الريبة، اينشتاين، هايزنبرغ، بور، والصراع من أجل روح العلم**. تر: نجيب الحصادي. أبو ظبي: دار العين للنشر.

_ ليون ليدير مان، كريستوفرت هيل. (2009). **التناظر والكون الجميل**. تر: نضال شمعون. ط 1. بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

_ ميشو كاكو، جنيفر ترينر. (1991). **ما بعد اينشتاين البحث العلمي في نظرية الكون**. تر: فايز فوق العادة. بيروت: أكاديميا.