نظرية الكوانتم وأبعادها الفلسفية

يزه عبد الرحمن مصباح عبد الرحمن
كلية الآداب ـ جامعة مصراتة

المستخلص:

ارتبطت الفيزياء الكلاسيكية بنموذج معين للتفكير ظل قائماً طوال قرون من الزمن، بدءًا من فيزياء أرسطو ووصولاً إلى فيزياء نيوتن وجاليليو، وفجأةً وفي مطلع القرن العشرين، ظهرت أمام علماء الفيزياء بيانات فيزيائية وهندسية معينة أدت إلى تغير كل شيء وانهيار النموذج الكلاسيكي للفيزياء ليحل محله نموذج آخر جديد هو الفيزياء المعاصرة التي بدأت بنظرية الكوانتم ونظرية النسبية، والتي دفعنا فضولنا المعرفي للبحث في الأولى وبيان أبعادها الفلسفية. وانطلاقاً من أن نظرية الكوانتم تعد من أهم نظريات العلم خاصة في مجال الفيزياء، فإن هذه الدراسة تهدف إلى استجلاء ما يتعلق بنا بصفتنا مختصين في الفلسفة والاستفادة من نتائج الفيزياء المعاصرة وأثرها في تغيير مجرى العلم الحديث وتبدل مفاهيمه، حيث كانت تلك النتائج العلمية بمثابة ثورة على العلم الحديث ، والتي بدورها انعكست على الفلسفة التي لا تنفك عن العلم في حقيقتها ، رغم ثورة العلم الصارمة الحتمية على الفلسفة في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، وهذه الدراسة ليست دراسة علمية فيزيائية محضة، وإنما هي استعراض فلسفي المطلوب فيه استجلاء الآثار والأبعاد الفلسفية لنظرية الكوانتم، فضلاً عن دراسة تاريخ النظرية الذرية، لذلك كان منهج البحث تاريخي وصفي وتحليلي، ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث أن نتائج نظرية الكوانتم أدت إلى عدم وجود رأي نهائي في العلم، كما أنها قلبت مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية رأساً على عقب، فلم تعد هنالك مفاهيم مطلقة كالزمان والمكان، بل أصبح ينظر إليها العلم على أنها كيان واحد، فالذرة أصبحت عبارة عن وحدة كاملة تنقسم إلى عدة أقسام بعد أن كانت في المفهوم الكلاسيكي عبارة عن كتلة صلبة لا تقبل الانقسام.

الكلمات المفتاحية: الذرة، النواة، البروتون، الإلكترون، الكوانتم، التفتيت الإشعاعي.

المقدمة:

تُعد نظرية الكوانتم أحدى أهم النظريات العلمية التي ظهرت في القرن العشرين، إذ كشفت لنا أسرار المادة، وهي بمثابة امتداد للنظرية الذرية التي يمتد تاريخها إلى عصر الفلسفة اليونانية حتى يومنا هذا، مع اختلاف الحقب التاريخية الفلسفية والعلمية في نظرتها إلى الكون والحياة ومكوناتها أي المادة، فمنهم من يردها إلى عنصر واحد كالفلاسفة "الطبيعيون الأوائل"، ومنهم من يردها إلى

أكثر من عنصر كما هو الحال عند امباذوقليس[1]، بينما ذهب فريق "الذريون" إلى أن الكون يتألف من عناصر أسموها الذرات، وهى أجزاء لا تنقسم، وعاد أفلاطون[2] وأرسطو[3] إلى العناصر المادية الأولى، أما الفلاسفة المسلمين فأغلبهم ذهب مع أرسطو، بينما المتكلمون قالوا بالجواهر الفردة، وفي العصر الحديث نجد ديكارت يؤكد على أن المادة إلى ما لانهاية، بينما نجد علماء الطبيعة المعاصرون قد انحازوا للنظرية الذرية على حساب العناصر المادية، فقد رأوا أن المادة تتألف من عناصر كيميائية متعددة وهى عبارة عن ذرات كما ذهب إلى ذلك "دالتون[4]، وجاءت نظرية الكوانتم لتصبح أهم النظريات الذرية التي فسرت طبيعة الذرة واكتشفت مكوناتها، فأصبحت الذرة عبارة عن بنيات حيوية لا كتلة صماء كما كانت عند الذريين الأوائل، وأصبح الكون مؤلف من ذرات تختلف باختلاف عدد العناصر المكونة للأشياء، وأصبحت الذرة ليست مادة فقط بل مادة وطاقة معاً، والمادة أصبحت كمات منفصلة، والطاقة موجات متعددة الأنواع كالكهرباء والضوء والصوت.

مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- ما هو التغير الذي أحدثته نظرية الكوانتم في حياتنا اليومية؟
- هل حلت الكوانتم محل مكان نظرية نيوتن في تفسير الظواهر الكونية؟
- هل تُعد نظرية الكوانتم نظرية صحيحة؟

---

[1]– امبادوقليس (490 ق.م – 330 ق.م)، يعود أصله إلى مدينة أكراجاس الواقعة على الساحل الجنوبي من صقلية، كان أورفي الديانة والمذهب، لأمباذقليس مكتشف علمي يقول أن الهواء عنصر مستقل وقائم بذاته، أما فلسفته الكونية فقد كان يرى أن العناصر الأربعة–وهي التراب والهواء والنار والماء– قديمة وتمتزج مع بعضها بنسب متفاوته وينتج عن هذا التمازج المواد المركبة المتغيرة التي نصادفها في عالمنا، وأكد أمباذوقليس أن الحب هو الذي يصل بين هذه العناصر، والبغضاء هي التي تفرق بينها، أمن بتناسخ الأرواح ويعتبر أخر فيلسوف إغريقي يدون أفكاره وفلسفته كأبيات شعرية.

[2]– أفلاطون (427 ق م -347 ق م) فيلسوف يوناني رياضي كاتب لعدد من المحاورات الفلسفية، ويعتبر مؤسس لأكاديمية أثينا التي هي أول معلم في العالم الغربي، أوجد ما عرف من بعد بطريقة الحوار، وكان تلميذًا لسقراط ويعتبر أرسطو تلميذًا له.

[3] –أرسطو (481– 455ق.م)؛ فيلسوف يوناني وعالم موسوعي ومؤسس علم المنطق تصنف مؤلفاته من حيث الموضوع إلى: الكتب المنطقية الطبيعية، الميتافيزيقية، الأخلاقية، الشعرية. كان تأثيره على الفكر الإنساني عظيم وبشكل خاص على العصور الوسطى حيث مثل معيار الحقيقة التي لا تخالف.

[4]– جون دالتون (1766- 1844) فيزيائي وكيميائي بريطاني وعالم أرصاد جوية، وقد كان له مرصدًا صغيرًا لمراقبة الأحوال الجوية، فوضع جداول لتسجيل المعطيات اليومية لكل من الضغط الجوي وكمية المطر والرطوبة والرياح وغيرها، وضع النظرية الحديثة المسماة باسمه، أهم أعماله: وحدة الكتلة الذرية، عمى الألوان، قانون النسب المتضايفة، قانون دالتون.

أهداف الدراسة:

نظراً لما لنظرية الكوانتم من أبعاد فلسفية وأثر كبير في تغيير الكثير من المفاهيم الفلسفية، فإن هذه الدراسة تهدف إلى تتبع واستجلاء أبعادها الفلسفية التي هي بحاجة إلى دراسات مستفيضة في الميدان الفلسفي، واستنتاج ما يتعلق بنا كمختصين في الفلسفة، فضلاً عن الاستفادة من نتائج الفيزياء المعاصرة وأثرها في تغيير مجرى العلم الحديث وتبدل مفاهيمه. وتكمن أهمية هذه الدراسة في بيان الأبعاد الفلسفية لنظرية الكوانتم.

المنهج

إن هذه الدراسة ليست دراسة علمية فيزيائية محضة، وإنما هي استعراض فلسفي المطلوب فيه استجلاء الآثار والأبعاد الفلسفية لنظرية الكوانتم، فضلاً عن دراسة تاريخ النظرية الذرية، لذلك كان منهج البحث تاريخي وصفي وتحليلي.

مطالب البحث:

النظرية الذرية:

من المسلم به أن الموضوع الأساسي الذي تبحث فيه نظرية الكوانتم هو عالم الذرة واكتشاف مكوناتها وحركتها، ولذلك يبدو واضحاً ارتباطها بالنظرية الذرية. والنظرية الذرية Atomic theory قديمة العهد إذ ترجع بدايتها إلى فلاسفة الإغريق في القرن الثالث عشر، وبصورة خاصة عند ليوقبوس[1] وديموقريطس[2] اللذين أكدا: بأن المادة "تتألف من أجزاء صغيرة لا يمكن تحليلها إلى ما هو أصغر منها، ويسمى كل جزء منها (ذرة)، ويتألف العالم من عدد لا متناه من تلك الذرات، تختلف في أشكالها وأحجامها، وهي في حركة دائمة" (زيدان، 1982، 14). ومن ثم فإن الأشياء التي نراها في العالم الطبيعي تختلف باختلاف تركيب تلك الذرات وترتيبها في كل جسم.

[1]– ليوقيبوس (500 ق.م – 399 ق.م) فيلسوف يوناني ولد في ميليوس وهو مؤسس النظرية الذرية وكان معاصر لزينون وامباذوقليس وانكساجوراس، وغطت شهرة تلميذه ديموقريطس على شهرته، حتى أن ابيقور أنكر وجوده لكنه ميزه عن ديموقريطس وأرسطو بأن نسب إليه اختراع المذهب الذري.

[2]– ديموقريطس (460 ق.م – 370 ق.م) فيلسوف يوناني ولد في أبديره، اشتهر بالفيلسوف الضاحك وكان أحد الفلاسفة المؤثرين في عصر ما قبل سقراط، تتلمذ على يدي ليوقبوس الذي صاغ النظرية الذرية للكون، يرى بأن الذرة وحدة متجانسة غير محسوسة، غير متناهية العدد، متناهية الصغر، وهي الجزء الذي لا يتجزأ.

وقد كان للفلسفة اليونانية أثراً كبيراً على الفكر الفلسفي في الإسلام، خاصة المذهب الذري عند الاشاعرة، وقد عرف المذهب الذري عند المسلمين بنظرية الفرد أو الجزء الذي لا يتجزأ. أما في العصر الحديث فإن البداية الجادة في البحث في أصل الذرة قد جاءت في القرن الثامن عشر، وتحديدًا في إطار علم الكيمياء على يد العالم جون دالتون، الذييعد أول من طرح مسألة الذرة طرحًا علميًا عام 1808، حيث تصور دالتون أن "المادة مؤلفة من ذرات وأن التغير الكيميائي في الاجسام ينشأ من ارتباط ذرات كانت من قبل متباعدة، أو انفصال ذرات كانت من قبل متحدة" (حسن، 1993، 82). ومن ثم لن توجد ذرة جديدة أو تفنى ذرة موجودة؛ وذلك استنادًا إلى مبدأ بقاء المادة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث من عدم، كما يؤكد دالتون على أن الذرات في كل العناصر الكيميائية متشابهة، "وأن اختلاف الذرات من عنصر لآخر يرجع إلى اختلاف الوزن الذري لكل عنصر" (برونستن، 1984، 44).

ويعد العالم الروسي ماندليف[1] أول من افترض ترتيب العناصر الكيميائية ترتيبًا تصاعديا تبعاً لوزنها الذري وذلك عام 1869، "وقد عرف في زمنه 92 عنصرًا أو أكثر قليلاً، منها الأيدروجين والهيليوم والكربون والأزون والأكسجين والفلور والصوديوم والفوسفور والكبريت والبوتاسوم والكالسيوم، وكان آخر ما اكتشف من عناصر وقتئذٍ هو اليرورانيوم والبلوتونيوم" (جمعة، 1984، 14). وقد استعان جيمس ماكسويل[2] بالنظرية الذرية في صياغة نظرية تتعلق بالغازات، حيث وجد "أن للغاز ضغطًا، وأن له طاقة معينة في حركته، أمكنه حساب سرعتها، وأن هناك علاقة بين درجة حرارة الغاز وطاقة حركته وسرعتها" (زيدان، 1982، 16). وقد افترض ماكسويل أن الغاز مؤلف من ذرات تتطاير في اتجاهات غير محددة، كما أن هذه الذرات تتزاحم فوق بعضها البعض، وافترض أن "هذا التزاحم والترابط بين الذرات هو علة ضغط الغاز، واكتشف أن طاقة حركته هي طاقة

[1]– ديمتري ماندليف (1834_1907) كيميائي روسي تلقى تعاليمه الأولى في روسيا وألمانيا، كرس حياته لدراسة الكيمياء، مكتشف الجدول الدوري للعناصر الكيميائية وذلك سنة 1969 صمم عدداً من الأجهزة المتخصصة في الكيمياء مثل جهاز البكيونمتر

[2]– جيمس كلارك ماكسويل (1831–1879) عالم فيزياء أسكتلندي شهير لما أسهم به من معادلات مهمة في تفسير ظهور الموجات الكهرومغناطيسية، درس الرياضيات سنة 1847، أهم انجازاته: – رصد الحقول الكهرومغناطيسية وربطها بسرعة الضوء. – التنبؤ بالموجات والمجالات الكهربائية والمغناطيسية المتذبذبة. – معادلات ماكسويل التي بين فيها لأول مرة أن الكهرباء والمغناطيس والضوء جميعهم مظاهر مختلفة لشيء واحد. تعتبر ابحاثه في علم الحركة والكهرباء اساس لميكانيكا الكم الحديثة والنسبية الخاصة.

حرارته، وعلل ارتفاع درجة حرارته بزيادة سرعة حركة تلك الذرات" (المرجع نفسه، 16). ويجب الإشارة إلى أن هذا الاعتقاد كان قائمًا على أساس أن الذرة وحدة كاملة لا تقبل الانقسام، وظل هذا الاعتقاد سائدًا حتى مطلع القرن العشرين.

تركيب الذرة:

تمكن بعض علماء القرن العشرين من اكتشاف بعض المكونات المتعلقة بالبنية الداخلية للذرة، حيث اقترح العالم الطبيعي طومسون[1]"أن تصور الذرة بشكل كرة صغيرة جوفاء محشوة إيجابياً، وتوجد الذرات في داخلها كما توجد البذور داخل التفاحة" (روسو، ب ت، 17). ووفقًا لهذا الرأي يعد طومسون أول من اكتشف وجود الإلكترون داخل الذرة، فقد وجد "أن هذه الإلكترونات متشابهة تمامًا في ذرة كل عنصر، ولا يختلف من عنصر إلى آخر إلا في عددها داخل الذرة" (خليل، 1970، 201). ثم تابع أرنست راذر فورد[2]دراسة تلك الأبحاث مستعينًا بما قدمه علماء آخرين أمثال بيكرل[3]وبيير كوري[4]وماري كوري[5]،وأعلن اكتشاف جزيء آخر داخل الذرة وهو النواة Nucleus، وقد استعان في ذلك باكتشاف بيكرل وكوري لما يسمى التفتيت الإشعاعي Radioactive disintegration، الذي يبين وجود ذرات لها خاصية النشاط الإشعاعي، حيث تعمل هذه الذرات على إحداث أشعة داخل النواة نفسها في حالة درجة حرارة عالية، وقد لاحظ كُلاً من بيكرل وكوري

[1] –جوزيف جون طومسون (1856–1940) عالم انجليزي تحصل على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1906، كان رئيس للجمعية البريطانية في سنة 1909، تحصل على جائزة الدكتوراه الفخرية من العديد من الجامعات العالمية من بينها أكسفورد ولندن وكامبردج وجوتنهام والسوربون وفيلادلفيا وكولومبيا.

[2]– أرنست رذرفورد (1871–1937) فيزيائي وكيميائي بريطاني كان له الأثر الأول والأكبر في وضع تصور لشكل الذرة ومكوناتها، تحصل على جائزة نوبل في الكيمياء لنظريته حول بنية الذرة، مثل اكتشافه بداية العصر النووي لينتهي اكتشافه إلى إنتاج الطاقة النووية والقنابل النووية.

[3] –انطوان هنري بيكرل (1852– 1908) مهندس وفيزيائي فرنسي، ينحدر من عائلة فيزيائية، تلقى تعليمه الثانوي والجامعي في أشهر المعاهد الفرنسية كمدرسة لويس لوجران، حصل على جائزة نوبل في الفيزياء 1903 بفضل مساهمته العظيمة في اكتشاف النشاط الإشعاعي، وحصل على وسام رمفورد 1900، سُميت وحدة القياس الدولية للنشاط الإشعاعي بيكرل نسبة إليه، وهناك فوهات على القمر والمريخ تحمل اسمه.

[4]– بيير كوري (1859– 1906) فيزيائي فرنسي ورائد في علم البلورات والمغناطيسية والكهرباء الانضغاطية والنشاط الإشعاعي، تحصل على جائزة نوبل في الفيزياء 1903 مع زوجته ماري كوري وهنري بيكرل تقديراً للخدمات الاستثنائية التي قدموها من خلال أبحاثهم المشتركة حول الظواهر الإشعاعية.

[5] –ماري كوري (1867–1934) عالمة فيزياء وكيمياء بولندية المولد وفرنسية النشأة، أول امرأة تتحصل على جائزة نوبل، والوحيدة التي تحصلت عليها مرتين في مجالين مختلفين (مرة في الفيزياء 1903، ومرة في الكيمياء 1911)، وهي أول امرأة تتبوأ رتبة الأستاذية في جامعة باريس، اكتشفت مع زوجها بيير كوري عنصري البولونيوم والراديوم سنة 1898، أسست مركزاً لبحوث محاربة السرطان سنة 1921، وهو أحد المراكز الرائدة في هذا المجال حتى يومنا هذا، توفيت بسبب سرطان الدم نتيجة تعرضها المستمر للإشعاع خلال أبحاثها.

أن "هذه الذرات تصدر نواتها أشعة من ثلاثة أنواع سُميت أشعة ألفا Alfa rays، وأشعةBeta ، وأشعة جاماGamma، وأشعة ألفا وبيتا مصدر معرفتنا عن نواة الذرة، ومن أمثلة هذه المواد الإشعاعية ذرة الراديوم والهليوم" (زيدان، 1982، 17). فضلاً عن ذلك يُعد رادر فور أول من اكتشف البروتون Protonباعتباره أحد مكونات النواة في الذرة، "وأن الإلكترونات في كل ذرة تدور حول النواة 1911 مرة، وقد اكتشف علماء آخرون في النواة غير البروتون عنصرين آخرين هما: نيترونNeutronوبزيتونPositron " (عبد القادر، 1984، 128). وفي سنة 1991 تمكن رادر فورد من الوصول إلى أهم الاكتشافات الخاصة بالذرة، حيث تمكن من اكتشاف التفاعلات النووية التي طورها بعد ذلك علماء نظرية الكوانتم، الذين يرون "أن العالم يتألف من ذرات، وكل ذرة تحوي على جزئيات أخرى، بالإضافة إلى أن النواة تتكون من بروتون ونيترون وبوزيترون، وتدور إلكترونات موزعة على مدارات منتظمة داخل نطاق الذرة" (زيدان، 1982، 17). وقد أخذ العلماء تصورًا عاماً للذرة يشبه إلى حد كبير المجموعة الشمسية، فكما أن الشمس تتوسط مجموعة الكواكب التي تدور حولها في مدارات مختلفة، فإن النواة كذلك تتوسط الإلكترونات التي تدور حولها، وفيما يلي توضيح لأهم مكونات الذرة:

1 ـ النواة Nucleus:

تمثل جسم في مركز الذرة، تتألف من نوعين من الجسيمات: بروتونات ونيوترونات، "يقدر قطر النواة بـ 10/1 من قطر الذرة، وأخف نواة هي نواة الأيدروجين فلها شحنة موجبة واحدة" (جمعة، 1984، 15). أي أنها تحوي بروتوناً واحداً، وإلكتروناً واحداً، لهذا فهي أخف الذرات وقد اتخذها العلماء معياراً لقياس كتل الذرات الأخرى.

أ ـ البروتون Proton:

يعد البروتون من السيمات الأولية الأساسية للذرة، "كتلته أكبر من كتلة الإلكترون 1836 مرة، له شحنة كهربائية موجبة، والشحنة الكهربائية الموجبة في الذرة في مجموعها مساوية للشحنة الكهربائية السالبة" (زيدان، 1982، 18).

ب ـ النيوترون Neutron:

إلى جانب البروتون يُعد النيوترون أحد المكونات الأساسية في نواة الذرة، وهو "عبارة عن جسم ثابت يدور حول ذاته، مستقر وثابت لا ينقسم ولا ينشطر" (يمين، 1983، 87). والنيوترون جسم محايد لا أشعة كهربائية له، كتلته مساوية لكتلة البروتون، "يتحد مع البروتون ليؤلفا معاً نواة الذرة، ولأنه بدون شحنة، تمتصه نوايات جميع الذرات، فكل الذرات تحوي في نواتها نيوترونات معينة" (المرجع نفسه، 87). والبروتون والنيوترون يدور أحدهما حول الآخر داخل النواة بسرعة تساوى 1/5 سرعة الضوء؛ "وذلك بفضل قوة تربط بينهما هي القوة النووية ومصدرها جزيء قصير العمر يسمى بيون Pion، أو باي ميسون Pi–meson" (زيدان، 1982، 18).

2 ـ الإلكترون Electron:

يعتبر الإلكترون أحد الجسيمات الأولية التي تتكون منها الذرة، له شحنة كهربائية سالبة "تسير بسرعة فائقة في مدارات إهليجية حول النواة 600 مليون دورة في الثانية الواحدة" (جينز، ب ت، 216). وتركيب الإلكترون متشابة في جميع الذرات، ولا تختلف إلا في عددها، وتدور الإلكترونات حول النواة دورة كوكبية كما تدور الأرض حول الشمس، باستثناء أن الإلكترون لا يثبت على مدار محدد، فقد يتسع مداره، وقد يضيق، "يتسع مدار الإلكترون حين يُثار، حيث تزيد طاقته، وحين تمتص الطاقة يضيق من مداره" (زيدان، 1982، 18). وبناءً على ما تقدم فإن العالم مؤلف من ذرات، لكن الذرة لا تحتوي على الجزيئات التي أتينا على ذكرها فقط، بل إنها تحتوي على طاقة وإشعاع، الذي هو الموضوع الأساسي الذي تبحث فيه نظرية الكوانتم.

3.3 الاتصال والانفصال في ميدان الطاقة:

لقد كان علماء القرن التاسع عشر ينظرون إلى الحركة والحرارة والضوء والكهرباء كأشكال من الطاقة، لكن لم نتعرف على كيفية تصورهم للطاقة: هل هي متصلة أم منفصلة؟ لقد كان الرأي السائد حتى نهاية القرن التاسع عشر أن الطاقة في مختلف الميادين كانت تتم بشكل متصل، فالطاقة الكهربائية تسري في الأسلاك بشكل متصل مثلها مثل أنواع الطاقة الأخرى، فمثلاً "كان ينظر إلى الشعاع الضوئي على أنه مكون من موجات تحمل عبر مسافات بعيدة طاقة ضوئية

بكميات غير محدودة الصغر، أي أنه يمكن تخفيض كمية الطاقة الضوئية بصورة متصلة لا نهاية لها" (الجابري، 1982، 45). لكن هذا التصور سرعان ما انهار حينما أعلن ماكس بلانك[1] أن الطاقة لا تظهر إلا بصورة منفصلة تنبعث على هيئة وحدات متقطعة أطلق عليها أسم كمّات Quantum، وإن "هذا الكم مقدار ثابت مهما اختلفت كتلة المادة أو كثافتها، وأن الإشعاع ينبعث من المادة الإشعاعية في هيئة جزئيات لا موجات" (زيدان، 1982، 21). ومن ثم فإن بلانك نقل توزيع الطاقة الضوئية من مجال الإشعاع إلى مجال الذرة المشعة، وافترض أن "الطاقة المشعة تنبعث على هيئة كمّات يحمل كل كمّ كمية من الطاقة ثابتة، تصاغ في صورة المعادلة الآتية: ط = هـ ن، الطاقة يرمز لها بالرمز ط، ثابت بلانك هـ، تردد الموجة ن" (جينز، ب ت، 176). هذه المعادلة تبين علاقة التردد (موجة الإشعاع)، بطاقة الكوانتم، "والثابت هو كمّ الطاقة الصادرة عن الذرة في الثانية الواحدة" (المرجع نفسه، 176). وهو ثابت بمعنى أن "كمية الطاقة المشعة في أي حالة من حالات انبعاث الإشعاع مقسومة على التردد (عدد الذبذبات في الثانية) يعطينا دائماً مقداراً ثابت" (زيدان، 1982، 22). ويذهب بلانك إلى أن هذه الوحدة من الطاقة ليست ثابتة في كل أنواع الإشعاع، وإنما تعتمد على طول موجة الإشعاع وترددها، فإذا كانت الطاقة التي تحتويها ذرة الإشعاع كبيرة، كان طول الموجة صغير، والعكس بالعكس، "فدرجة دبدبة الضوء الأزرق عالية؛ لأنه يتألف من كمّ طاقته كبيرة، بينما ذبذبة الضوء الأحمر منخفضة؛ إذ يتألف من كمّ طاقته صغيرة، وهكذا" (المرجع نفسه، 22)، وهذا ما يسمى بثابت بلانك.

إضافة إلى ذلك اكتشف بلانك أن الإشعاع ينبعث في وحدات أو كمّات منفصلة ليست متصلة، فحركة الإلكترون داخل الذرة تكون في قفزات بحيث يمكنه "أن ينتقل من مدار إلى أخر دون أن يمر بمواضع متوسطة تبين المدار الأول الذي انتقل منه، والمدار الثاني الذي انتقل إليه" (عبد القادر، 1985، 156). واعتقد بلانك أن الانفصال في انبعاث الطاقة خاصية أساسية للذرة، وتتمثل في اهتزازات، حيث تتفاعل مع الإشعاع. إضافة إلى ما تقدم اكتشف بلانك أن الإشعاع من طبيعة ذرية جزئية، لا من طبيعة موجبة، وهو ما سيتم توضيحه في الفقرة التالية:

[1] ماكس بلانك (1858– 1947) عالم فيزياء ألماني، مؤسس نظرية الكم، يعتبر من أهم علماء الفيزياء في القرن العشرين، تحصل على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1918.

4.3 طبيعة الضوء:

من أهم الموضوعات التي بحث فيها العلماء في مجال الفيزياء الذرية طبيعة الضوء، وقد كانت النظريات السائدة في العصر الحديث حول طبيعة الضوء نظريتان: الأولى يمثلها نيوتن[1] الذي تصور أن الضوء عبارة عن جسيمات تسير في خطوط مستقيمة، حيث يرى "أن الضوء مؤلف من ذرات، أو بمعنى أدق مؤلف من جزئيات Particles" (زيدان، 1990، 45). وتقوم نظرية نيوتن في تفسير طبيعة الضوء على أساسين: الأول أن الضوء يسير في خطوط مستقيمة، والثاني ظاهرة الظل، ووفقاً لهذا يرى نيوتن أنه "حين يسقط الضوء على جسم ما فإننا نجد له ظل خلفه، ولو كان الضوء موجات، لما ظهرت منطقة من الظل الكامل" (المرجع نفسه، 46).

أما النظرية الثانية في تفسير طبيعة الضوء فيمثلها هويجنيز[2] الذييرى أن الضوء عبارة عن موجات تسير في الفراغ، حيث شبه الضوء "بماء يتموج في غدير يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل، حين تمر عليه موجات الهواء مروراً أفقيا" (زيدان، 1982، 24). وتكمن النقطة الجوهرية في الاختلاف بين النظريتان (نظرية نيوتن ونظرية هويجنيز) في مسألة انكسار الضوء وانعكاسه من حيث السرعة، "فعلى حين ترى النظرية الجسيمية أن سرعة الضوء أكبر في الأوساط الكثيفة، ذهبت النظرية الموجبة إلى أن السرعة تكون أعلى في الأوساط الأقل كثافة" (عبد القادر، 1984، 130). وقد ظل الصراع بين النظريتين حتى اجري فوكو[3] تجربته الحاسمة للفصل فيما بينهما، وجاءت

---

[1] –اسحاق نيوتن (1642– 1727) فيزيائي ورياضي وصاحب فلسفة علمية إنجليزي، من مؤلفاته المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية 1687 والبصريات في سنة 1704، والحساب الكلي في 1707، وقد اشتهر في أبحاثه حول طبيعة الضوء والأثير، ووضع قوانين في الحركة: وهي 1 الجسم يبقى في حالة سكون إلا إذا أرغم على تغيير هذه الحالة بواسطة قوة تسلط عليه. 2 تغير الحركة يتناسب مع مقدار القوة المسلطة على الجسم. 3 . لكل فعل رد فعل مضاد له ومساو له.

[2] –كريستيان هوجنيز (1629– 1695) فيزيائي وفلكي هولندي، يعتبر من أعظم العلماء في كل العصور، وشخصية رئيسة في الثورة العلمية، قدم إسهامات رائدة في مجال البصريات والميكانيكا، كمخترع قام بتحسين تصميم التلسكوب مع اختراع العدسة، كما يعد اختراعه ساعة البندول 1656 بمثابة إنجاز كبير في ضبط الوقت، أول من قال بالطبيعة الموجية للضوء التي تعتبر أول نظرية رياضية للضوء، كان رائداً في الاحتمال حيث كتب أطروحته الأولى عن نظرية الاحتمالات 1657.

[3] – ميشال فوكو (1926– 1984) فيلسوف فرنسي يعتبر من أهم فلاسفة النصف الأخير من القرن العشرين، تأثر بالبنيويين ودرس وحلل تاريخ الجنون في كتابه (تاريخ الجنون في العصر الكلاسيكي)، كان له تأثير كبير على الحركات البنيوية وما بعد البنيوية.

نتائج نظريته مؤيدة لتصور النظرية الموجبة، وذلك عندما "قاس سرعة الضوء في الماء والهواء، ورأى بأن الضوء ينتشر في الماء أقل سرعة من انتشاره في الهواء" (زيدان، 1982، 25).

إلا أن العلم لم يتوقف عند هذا الكشف، فقد استطاع العالم الفيزيائي لويس دي بروي[1] أن يحسم الصراع بين نظريات الضوء، حيث يرى بأن تفسير الظواهر الضوئية، يتطلب القول بالنظرية الموجبة تارةً والنظرية الجسيمية تارةً أخري، فقد افترض "أن الضوء من طبيعة مزدوجة مؤلفة من موجات وجزئيات معاً" (حسن، 1993، 48). وقد مكنه هذا الاكتشاف من "نقل الفكرة إلى ذرات المادة التي لم يفسرها أحد من قبله على أساس موجب، فوضع نظرية رياضية يكون فيها كل جزيء صغير من المادة مقترناً بموجة" (عبد القادر، 1985، 158). وعلى هذا الأساس يعتبر دي بروي مؤسس الميكانيكا الموجبة القائمة على دراسة حركة الجسيمات الذرية بوصفها جسيمات مصحوبة بموجات، وكان ذلك في عام 1929. وقد واصل العلماء البحث في ذلك المجال حتى قدم كُل من هيزنبرج[2] وبورن[3] نظرية توفيقية جمعت بين التصور الجسيمي والتصور الموجي للمادة والطاقة، وتوصلا فيها إلى أن كلتا النظريتين صحيحتان ومتكاملتان ولا تعارض بينهما، "إن التصورين الذري والموجي للمادة والطاقة مظهران وجانبان لواقع واحد، وأن الضوء مؤلف من جزئيات حين ينتشر في وسط مادي، ومؤلف من موجات حين يسافر عبر الفضاء" (الجابري،1982 ،154).

[1] – دي بروي (1892– 1987) فيزيائي فرنسي تلميذ آينشتاين، تحصل على الدكتوراه في الفيزياء الذرية 1922، حصل على جائزة نوبل في الفيزياء 1929، ساهم في نظرية الكم، وهو أول من نادي بالطبيعة المزدوجة للضوء، اخترع المجهر الالكتروني حيث تتصرف الالكترونات فيه كما لو كانت أشعة ضوء تتكسر أشعته داخل الميكروسكوب بواسطة مجالات كهربائية ومغناطيسية، تماماً كما تتكسر أشعة الضوء في المجهر العادي في التكبير؛ لان الإلكترون بخاصته الموجبة يتميز بطول موجه قصيرة أقصر من طول موجة الضوء.

[2]– فيرنز كارل هايزنبرج(1901– 1976) عالم وفيلسوف ألماني وفيزيائي مشهور، قام بنشر نظريته الأولى في الفيزياء في عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين، كما قدم مساهمة مهمة في تطوير المفاعل النووي خلال فترة الحرب العالمية الثانية، فضلاً على أنه كان رئيساً للأبحاث النووية خلال الفترة النازية، اقترح نموذجاً للنواة الذرية يتكون من البروتونات والجسيمات ذات الشحنة الموجبة، وبعض الجسيمات التي لا تحمل أي شحنة أو النيترونات، وحصل من خلال اكتشافه على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1932، ساهم بشكل كبير في مجالات المغناطيسية الحديدية والإشعاع الكوني.

[3] – ماكس بورن (1882– 1970) فيزيائي وعالم رياضيات يهودي ألماني، له الدور الرئيسي في تطوير ميكانيكا الكم، قدم إسهامات في فيزياء الجوامد والبصريات، وأشرف على عمل عدد من الفيزيائيين في عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين، حصل على جائزة نوبل في الفيزياء 1954 بفضل بحثه في ميكانيكا الكم خصوصاً التفسير الإحصائي للدالة الموجية.

5.3 مبدأ اللايقين عند هيزنبرج:

يعد مبدأ اللايقين Uncertainty Principleالذي اكتشفه هيزنبرج في عام 1927 أخر حلقة في نظرية الكوانتم، وهو خاص بالإلكترون، حيث أكد على أن الإلكترون عبارة عن جسيم، وقد حاول من خلال تجاربه أن يحدد موضع الإلكترون وسرعته وحركته واتجاهه في آن واحد، حيث افترض "وجود مكبراً خيالياً قادراً على تكبير الإلكترون إلى قدر قطره بمائة بليون مرة حتى نستطيع رؤيته" (زيدان، 1982، 28). وقد رأى هيزنبرج استحالة تحقيق ذلك؛ لأن الإلكترون أصغر من موجة الضوء، فوصل بذلك إلى مبدأ اللايقين، الذي ينص على أنه "ليس بالإمكان تحديد موضع وسرعة واتجاه الإلكترون بدقة متناهية في وقت واحد، يمكنك فقط أن تحدد بدقة متناهية موضع الإلكترون، وحينئذ لا تستطيع أن تحدد سرعته واتجاهه بنفس الدقة، أو يمكنك تحديد سرعته واتجاهه بكل دقة، وحينئذ لا تستطيع تحديد موضعه المكاني" (المرجع نفسه، 29). ويرى هيزنبرج أن سبب ذلك يكمن في طبيعة الإلكترون ذاته، "إن حركة الإلكترون لا تعني رحلة الإلكترون حول أحد المدارات المحيطة بالنواة، وإنما الحركة هنا معناها التغير الذي يطرأ على حالة النظام الداخلي للذرة في الزمان" (حسن، 1993، 89). وبناءً على ذلك فإننا لا نعرف بالتحديد متى وأين يقفز الإلكترون داخل نطاق الذرة، ومن ثم لا نستطيع أن ندرس أي ظاهرة فيزيائية على حده، لأن الظواهر الفيزيائية المعاصرة باتت متداخلة ويسودها مبدأ اللايقين، بخلاف الفيزياء التقليدية القائمة على اليقين والتحديد التي ترى بأننا نستطيع أن نحدد سرعة أي جسم إذ عرفنا مكانه وزمانه، ويمكننا أيضاً التنبؤ بمساره. ومن خلال توصل هايزنبرج إلى مبدأ اللايقين فسر العلماء الذرة على أساس إحصائي؛ "لأن الحادث الذري المنفرد لا يتحدد بقانون علّي، وإنما يخضع لقانون احتمالي" (عبد القادر، 1985، 158).

5.3 النتائج الفلسفية لنظرية الكوانتم:

لقد أحدثت نظرية الكوانتم تطوراً كبيراً في ميدان الفيزياء المعاصرة، حيث أدت إلى تغير كامل في مفاهيمنا العلمية، ليس عن الذرة فقط وإنما عن الكون بأسره، فلم يعد ينظر إلى المادة على أنها تنقسم إلى ذرات فقط، وأن الذرة جسم صلب لا يقبل الانقسام، بل تمكن العلماء من تفتيت الذرة واكتشاف بعض مكوناتها (النواة والإلكترون)، كما أدركوا أن النواة تتألف من جزئيات هي (البروتون

والنيترون والبوزيترون)، إضافة إلى معرفة بعض الظواهر المتعلقة بالذرة (الإشعاع والطاقة)، حيث رأوا أن المادة تنحل إلى طاقة، والطاقة إلى إشعاع، كما أن الذرة عندما تنقسم تفقد ماديتها وتتحول إلى طاقة ذرية.

وقد أدى ظهور الكوانتم إلى تغير مفاهيم الزمان والمكان، وذلك من خلال التركيز على الطابع الانفصالي في سلوك الظواهر الذرية، وهذا ما أكده بوهر[1] عندما رأى بأن الذرة تعمل وكأنها خارج الزمان، فإذا كانت الفيزياء الكلاسيكية تنظر إلى الزمان على أنه "تياراً سائلاً متصلاً لا توجد تقطعات في وحداته، فإن فيزياء الكوانتم تنظر للزمان على أنه تعاقب متقطع وتتال منفصل، ومن جراء ذلك تحدث قفزات الإلكترون من مدار إلى آخر بشكل متصل يتم بانتقال تدريجي من موقع إلى آخر دون قطع مسافة فاصلة بينهما" (يفوت، 1982، 77).

وعلى جانب متصل فإن دراسة علماء الكوانتم لطبيعة الضوء جعلهم يشكون في قيمة مبادئ العقل– مبدأ الهوية، ومبدأ عدم التناقض)، "فإذا كان المنطق فرض علينا أن الشيء هو هو لا يتغير، وإلا وقعنا في التناقض، فإن اعتبار الضوء جسيمات دقيقة يصدرها المنبع الضوئي يؤدي بنا إلى تجاهل مظاهره الموجية كالتداخل والانعراج والاستقطاب" (المرجع نفسه، 78). وبالمثل فإن اعتبار الضوء موجات يؤدى بنا إلى تجاهل مظاهره الجسيمية، ومن ثم استطاعت الكوانتم أن تحل هذا الإشكال من خلال الذهاب إلى القول بالطبيعة المزدوجة للضوء، أي أنه مؤلف من جزئيات وموجات معاً. والمدلول الفلسفي لاكتشافات الكوانتم هو أن الشيء فقد فرديته وهويته الذاتية، وبالتالي فقد صفته المادية واكتسب صفات رياضية إحصائية. ولم تقف الكوانتم عند التشكيك في الحتمية وإضفاء الطابع الاحتمالي الإحصائي عليها، "بل ذهبت إلى القول باللاحتمية واعتبارها صميمية في الميدان الذري، حيث يتعذر علينا قياس الموقع والسرعة الابتدائيين بالمفهوم الكلاسيكي تعذراً مبدئياً" (المرجع نفسه، 79). وهذا ما أكده هيزنبرج بمبدأ اللايقين الذي يرى بأنه من المستحيل أن نحدد موضع الإلكترون وحركته وسرعته في آن واحد، بل يمكننا فقط أن نحدد موضعه بغض النظر عن سرعته

[1] –نيلزهنريك دافيد بوهر (1885– 1926) فيزيائي دنماركي، أسهم بشكل بارز في صياغة نماذج لفهم البنية الذرية إضافة إلى ميكانيكا الكم خصوصاً تفسيره الذي ينادي بقبول الطبيعة الاحتمالية التي تطرحها ميكانيكا الكم يعرف هذا التفسير بتفسير كوبنهاجن، سُمى على اسمه معهد نيلس بور بكوبنهاجن، تحصل على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1922.

واتجاه حركته، والعكس، وهنا يكمن جوهر الاختلاف فيما بين الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء الكوانتم، فإذا كانت الفيزياء الكلاسيكية ترى بأن الطبيعة تسير وفق قوانين حتمية مطلقة يرتبط فيها السابق باللاحق بعلاقات ثابتة، فإن فيزياء الكوانتم على العكس من ذلك تماماً ترى بأن "الإنسان ليس بإمكانه أن يصل إلى إدراك القوانين الحتمية؛ لأنه لا يستطيع أن يحيط بجميع القوى المؤثرة في الظاهرة وبجميع عناصرها" (السرياقوسي، 1994، 108). وهذا ما أكده باشلار[1] الذي يرى أن الظواهر الفيزيائية المعاصرة تتميز بالتعقيد الشديد الأمر الذي يصعب معه التنبؤ بمسارها وقوانينها، أي أنها تتميز "بالاضطراب وعدم التحديد مما يتعذر معه تطبيق مفهوم الحتمية عليها، وعلى هامش هذه الاضطرابات والأخطاء ستحل اللاحتمية محل الحتمية، والاحتمالية محل اليقينية" (حسن، 1993، 173).

النتائج:

1 ـ شهد القرن التاسع عشر اكتشافات عديدة خاصة بعلم الطبيعة، تطورت على أيدي علماء القرن العشرين فأصبحت نظريات علمية معاصرة قدمت لنا اكتشافات جديدة في عالم الذرة، أهم تلك النظريات نظرية الكوانتم التي كشفت قصور الفيزياء الكلاسيكية لمفاهيم الكتلة والسرعة والطاقة، وقصورها في مطلب الدقة المتناهية في تحديد موضع وسرعة كل جسيم والتنبؤ بحركته.

2 ـ أدت نتائج نظرية الكوانتم إلى عدم وجود رأي نهائي في العلم، كما أنها قلبت مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية رأساً على عقب، فلم تعد هنالك مفاهيم مطلقة كالزمان والمكان، بل أصبح ينظر إليها العلم على أنها كيان واحد، فالذرة أصبحت عبارة عن وحدة كاملة تنقسم إلى عدة أقسام بعد أن كانت في المفهوم الكلاسيكي عبارة عن كتلة صلبة لا تقبل الانقسام.

المصادر والمراجع

أولاً ـ المراجع العربية:

- برونستين، ماتفي (1984). الذرات والالكترونات، دار مير، موسكو.
- جمعة، محمد .(1984) الإشعاع الذري، دار الراتب، بيروت.
- جينز، جيمس (ب ت). الفيزياء والفلسفة، ترجمة: جعفر رجب، دار المعارف، القاهرة.

[1]– غاستون باشلار (1884– 1962) فيلسوف فرنسي ظاهري، كرس جزءاً كبيراً من حياته وعمله لفلسفة العلوم، وقدم للعالم العديد من الاسهامات في كل المجالات التي منها الشعر والفلسفة والعلوم لذلك اتسمت أفكاره بالبحث في مجال الأبستمولوجيا.

– حسن، السيد شعبان .(1993) برونشفيكو باشلار بين الفلسفة والعلم، الطبعة الأولى، دار التنوير للطباعة والنشر، بيروت.
– خليل، ياسين (1970). مقدمة في الفلسفة المعاصرة: الطبعة الأولى، دار الكتاب، بيروت ـ لبنان.
–روسو، بيار (ب ت). من الذرة إلى النجم، ترجمة: خليل الجر، المنشورات العربية، بيروت.
– زيدان، محمود فهمي (1982). نظريات العلم المعاصرة، الطبعة الأولى، دار النهضة، بيروت.
– زيدان، محمود (1990). مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
– عبد القادر، ماهر (1984). فلسفة العلوم: الجزء الأول: المنطق الاستقرائي، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت ـ لبنان.
– عبد القادر، ماهر (1985). نظرية المعرفة العلمية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت ـ لبنان.
– الجابري، محمد عابد (1982). المنهج التجريبي وتطوير الفكر العلمي، الجزء الثاني، الطبعة الثانية، دار الطليعة، بيروت.
– السرياقوسي، محمد (1986). التعريف بمناهج العلوم، دار الثقافة للطباعة والنشر، القاهرة .
–يفوت، سالم (1982). فلسفة العلم والعقلانية المعاصرة، الطبعة الأولى، دار الطليعة، بيروت.
– يمين، الأب يوسف (1983). تاريخ النظرية الذرية، الطبعة الأول ى1، دار أبعاد، بيروت.

Quantum theory and its philosophical dimensions

Yeza Abdurrahman Mesbah Abdurrahman
Faculty of arts, University of Misurata

Abstract

Classical Physics is associated with a particular model of thinking that has existed for centuries, from Aristotle to Newton and Galileo. Suddenly, at the beginning of the twentieth century, after certain physical and engineering evidence appeared before physicists. Everything has changed and the classical model of physics collapsed, to be replaced by another new model, which is Contemporary Physics. It started with the Quantum Theory and the Theory of Relativity, which prompted our cognitive curiosity to research the first theory and clarify its philosophical dimensions. Proceeding from the fact that Quantum Theory is one of the most important theories of science, especially in the field of Physics, this study aims to clarify what is related to us as specialists in Philosophy. Moreover, it is to benefit from the results of Contemporary Physics and their impact on changing the course of modern science and changing its concepts due to the fact that these scientific results were a revolution against modern science. This in turn was reflected in Philosophythat is inseparable from science in its reality, despite the inevitable strict revolution of science on Philosophy at the end of the nineteenth century and the beginning of the twentieth century.

Keywords: Atom, *Nucleus, Proton, Electron, Quantum, Radioactive Fragmentation.*