

الشيء في ذاته وفيزياء الكم

بقلم د. عبد الحليم بوهلال

أستاذ فلسفة العلوم والمنطق الرياضي

جامعة زيان عاشور - الجلفة -

مقدمة:

لا شك أن الاستمولوجيا من أهم مباحث الفلسفة، إذ يعلمنا تاريخ الفلسفة أنه لا يوجد فيلسوفاً إلا وتطرقا لها فاحصاً متأملاً منتجاً حلاً لها، لتعلو مكانتها لما رفع إيمانويل كانط (Kant) من شأنها، وذلك عندما جعل منها مدخلاً أساسياً لدراسة الفلسفة، بل أن ولتر ستيس (W. Stace) يعتقد أن كانط هو أول من تساءل: ما المعرفة؟ وكيف تكون ممكنة؟ وما الذي يمكن أن نعرفه؟ وما الذي لا يمكن معرفته؟ وهل للمعرفة حدود ضرورية؟، مقدماً إجابة على ذلك من خلال مشروعه الضخم "نقد العقل المحض"⁽¹⁾، فكان أن أصبح حله الاستمولوجي موقفاً حاسماً أثر في الفلسفة كلها، يقول ريتشارد شاخنت: "نعتقد بوجه عام أن كانط هو أعظم الفلاسفة المحدثين. ليس في الفلسفة الحديثة فحسب، وإنما في تاريخ الفلسفة برمتها"⁽²⁾، حل استوقف كل الفلاسفة حتى هيغل (hegel)، الذي أعلن قائلاً: لك أن تتفق مع كانط ولك أن تختلف معه لكن لا يمكن لك أن تتفلسف من دونه.

إن تأمل نظرية المعرفة عند كانط يجلك تتأكد أنك أما ابداع فلسفي متميز، تمثل في نسق فلسفي محكم البناء، سواء تعلق الأمر بجهازه المفاهيمي أو مبادئه أو منهجه أو نتائجه، تجاوز به تلك الحلول التقليدية المتعارضة لمشكل المعرفة، ويعتبر "الشيء في ذاته" أهم تلك النتائج التي وقع حولها الخلاف الشديد، فما هو الشيء في ذاته؟ وهل يوجد في فيزياء الكم ما يعززه؟

إن التجول في جيو نقد العقل المحض يقودك نحو الإقرار بأن المعرفة عند كانط لا تحصل إلا باجتماع الحساسية والفهم كمصدرين، يقول كانط: " أن نشير وحسب إلى أن ثمة أرومتين للمعرفة البشرية قد تنطلقان من جذر مشترك ربما، إنما مجهول لدينا، وهما الحساسية و الفاهمة، بالأولى تعطى لنا الموضوعات أما بالثانية فتفكر." ⁽³⁾، أي أننا بالحساسية نتلقى تأثير مختلف المعطيات الحسية، بينما يزودنا الفهم بالتصورات القبلية المحضة التي نفكر بها في تلك المعطيات، فنركب بينها في موضوع واحد للمعرفة. على أساس أن المكان والزمان كحدين قبليين خالصين يؤطران إدراكنا للموضوعات ⁽⁴⁾، ويتعلقان فقط بالموضوعات الحسية، فمهمتهما كحدين محضين هي التنسيق بين ما تمدنا به الحواس من معطيات، كما أنهما يتعلقان بالأشياء كما تظهر لنا فقط، فلا صلة لهما بالأشياء في ذاتها، مما يعني أن الشيء في ذاته ليس معطى لنا إطلاقاً، يقول كانط عن المكان والزمان: " لكن هذين المصدرين المعرفيين يعينان بذلك حدودهما (كمجرد شروط للحساسية)، ذلك أنهما لا يتعلقان بالموضوعات إلا من حيث ينظر إليها بوصفها ظاهرات وليس من حيث تعد أشياء في ذاتها." ⁽⁵⁾

ويعتقد كانط أيضاً أن الاستعمال الموضوعي لمقولات الفهم الذي هو قدرة على التفكير، وعلى إنتاج التصورات و إصدار الأحكام، هو الاستعمال التجريبي فقط ⁽⁶⁾، مما يعني أن مجال معرفتنا محدد بالأشياء المحسوسة، يقول كانط: " إن الفاهمة لا يمكن أن تفعل قبلياً أكثر من أن تستبق الصورة لتجربة ممكنة بعامة، وأنه لا يمكنها البتة أن تتخطى تحوم الحساسية التي بها وحدها تعطى لنا الموضوعات، لأن ما ليس بظاهرة لا يمكن أن يكون موضوع تجربة، ولأن مبادئها هي مجرد مبادئ لاستعراض الظاهرات. والاسم الطنان للأنتولوجيا التي تدعي معرفة قبلية تأليفية بالأشياء بعامة في مذهب سستامي (ومبدأ السببية مثلاً) يجب أن يخلى المحل لاسم متواضع، هو تحليل الفاهمة المحضة وحسب." ⁽⁷⁾

انطلاقاً مما سبق يقرر كانط هذه النتيجة: إن الانسان، وإن امتلك الحدوس الحسية والمقولات والخطاطات، يبقى عاجزاً تماماً عن معرفة كل ما يتجاوز حدود التجربة الحسية، مما يعني أن كل الصور والمبادئ القبلية والتي تعتبر شروطاً ضرورية بموجبها تصبح أي تجربة ممكنة، لا يمكن استعمالها إلا ضمن مجال التجربة، يقول كانط: " لقد رأينا أن كل ما تستمدّه الفاهمة من ذاتها من دون أن تستعيّره من التجربة لا يمكن أن يفيدها إلا في الاستعمال التجريبي وحده. فمبادئ الفاهمة المحضة سواء كانت إنشائية قبلية (كالمبادئ الرياضية) أم تنظيمية وحسب (كالمبادئ الدينامية)، لا تتضمن سوى ما يمكن أن نسميه الشيم المحض للتجربة الممكنة،"⁽⁸⁾.

هكذا تثمر ابستمولوجيا كانط قضية عظيمة تظل الفلسفة خيراً كبيراً، لن يحصدها إلا من اقتنع بما في نظره فحواها: إن للمعرفة حدوداً⁽⁹⁾. مستدلاً على ذلك بما أفضت إليه الحساسية المتعالية والتحليل المتعالي من نتائج، فكان أن ميز بين "الشيء في ذاته" وبين الظاهرة، على أساس أن الظواهر هي الأشياء كما تبدو لنا، في حين لا يكون الشيء في ذاته موضوع إدراك حسي بالنسبة لنا، فكل ما يمكن معرفته إنما هو "الظاهرة" فقط، لا "الشيء في ذاته".

إن "الشيء في ذاته"، أو النومين في نظر كانط، هو عبارة عن موضوع غير معطى للحدس الحسي، وإن كان معطى للفهم، ولأن معرفة أي موضوع بالنسبة لنا تفترض مسبقاً أن يعطى للحواس بفترة زمنية قبل أن يعطى للفهم، مما يعني تعذر معرفة "الشيء في ذاته" بما أنه معطى للفهم فقط⁽¹⁰⁾. هذا الذي يؤهله لأن يكون موضوعاً ممكنًا، يمكن أن نفكر فيه. ثم أن مثل هذا الموضوع في نظر كانط، أي ذلك الذي نفكر فيه ولا نعرفه كموضوع واقعي، يمكن أن يتحقق مع الفهم الملائكي أو الفهم الإلهي، أما بالنسبة للأول، فلأنه وإن مارس الحدس الحسي، إلا أنه لا يحتاج إلى تأطيره في المكان والزمان، وأما بالنسبة للثاني، فلأنه تجتمع لديه وظيفتا التفكير والحدس، إذ

بمجرد أن يفكر في الشيء، يوجد وجودا واقعيًا بالنسبة إليه، لكن مثل هذه المعرفة بعيدة المنال بالنسبة للإنسان.

إن "الشيء في ذاته" عند كانط، يعبر عن الحقيقة المطلقة للظاهرة المعطاة للحدس الحسي، فنحن لا ندرك من الموضوعات المحسوسة المؤثرة فينا إلا ما يظهر منها⁽¹¹⁾، فالنومين غير قابل لأن يعرف، مما يعني أن الإنسان لن يستطيع أن يدرك كنه الأشياء، رغم توفر عقله على المقولات⁽¹²⁾، كما يدل "الشيء في ذاته" على كل الحقائق المطلقة التي تتجاوز الإحساس، فالعالم المادي كوجود مطلق، وحرية النفس، وخلودها، ووجود الله، أشياء في ذاتها يمكن أن نفكر فيها فقط ودون أن نعرفها⁽¹³⁾، بما أنها تجوز حدود الحدس الحسي. مما يعني أن أي محاولة يقوم بها العقل من أجل تجاوز حدود المعطيات الحسية المؤطرة من طرف المكان والزمان، تجعله يتناقض مع نفسه⁽¹⁴⁾، وهذا الذي حدث بالفعل عندما تجرأ الإنسان على تجاوز ما هو متاح له من معرفة، مما دفع بكانط إلى الكشف عن هذه النقائص التي يقع فيها العقل، يقول كانط: "هاهي ذي إذا أغرب ظاهرة للعقل الإنساني، ولا مثيل لها في أي استعمال آخر له، إذا كنا نتصور ظواهر عالم الحس كأشياء في ذاتها كما يحدث عادة"⁽¹⁵⁾.

لقد وقف كانط على مجموعة من النقائص، حددها في أربعة، ووضعها متقابلة وجها لوجه، كل موضوع مع نقيضه، ليكون بذلك أول من أثار مشكلة الالتهائي على حد تعبير برنتراند رسل (Russel)، والذي عدّها من أعظم حسناته⁽¹⁶⁾، وهي⁽¹⁷⁾:

1- الموضوع: للعالم بداية في الزمان وحد في المكان، ونقيضه: ليس للعالم بداية في الزمان ولا حد في المكان .

2- الموضوع: كل شيء في العالم مركب من أجزاء بسيطة، ونقيضه: لا مركب هو مؤلف من أجزاء بسيطة، ولا يوجد شيء بسيط في العالم.

3- الموضوع: إلى جانب السببية نجد أيضا الحرية، ونقيضه: لا وجود للحرية، وكل ما يجري في العالم يحدث وفقا لقوانين الطبيعة.

4- الموضوع: الكائن الضروري ينتمي إلى العالم كجزء منه أو كعلة له. ونقيضه: لا يوجد في العالم، ولا في خارج كائن ضروري.

وقد تناول كانط هذه النقائص عن طريق مواجهتها بالمعرفة المتأسسة على التجربة. ففي الموضوع الأول ونقيضه مثلاً، والتي يسميها بالمناقضة الرياضية، تبين له بأن العقل عند ما بحث عن إذا ما كان العالم محدوداً، أو لا نهائي في المكان، وإذا ما كان له بداية في الزمان، أو لا، اكتشف عجزه⁽¹⁸⁾، إذ لم يستطع الإجابة على هذه أسئلة، ذلك أنه وجد في الحجة المتعلقة بالموضوع، وفي الحجة المتعلقة بنقيضها نفس القوة، ففي هذه المناقضة، تمكن من أن يبرهن على أن كل من القضية ونقيضها كاذبتين وفقاً للآتي: يقول كانط: "التصور المتناقض الذي من هذا الجنس هو الأساس الذي تركز عليه المناقضتان الأولى والثانية اللتان أطلقت عليهما اسم المناقضتين الرياضيتين، لأنهما تتعلقان بجمع المتجانس و قسمته، وأنا أفسر على هذا النحو كيف تكون القضية والقضية المناقضة في العملية الأولى والثانية أيضاً"⁽¹⁹⁾.

إن العقل عندما يفترض أن للعالم بداية في الزمان، وأنه محدود في المكان⁽²⁰⁾، مفسراً ذلك بأنه لو لم تكن له هذه البداية في الزمان، سنضطر للاعتراف بأن اللحظة الراهنة، قد سبقتها سلسلة لا متناهية من الظواهر، بحيث تكون هذه السلسلة قد تمت الآن، لكن من التناقض القول بأن سلسلة لا متناهية تنتهي في لحظة معلومة، أي أنه لا يمكن قبول أن تكون سلسلة لا متناهية سلسلة متناهية، لذا لا يمكن اعتبار هذه اللحظة الحاضرة لحظة محدودة بشكل تام، فالقول أن العالم ليست له بداية، يعني بالضرورة عدم الإقرار بوجود لحظة راهنة تنتهي إليها سلسلة الظواهر، فتصور الأزلية التي ليست لها بداية أمر متعذر. وهو ما يحدث مع المكان في نظر كانط، لأنه لو اعتبرناه لا متناهياً، يكون عندئذ عبارة عن تركيب متتالي لأجزائه، مما يعني أن إنحاز هذا التركيب سيتطلب زماناً لا متناهياً، وبالتالي سنقع في نفس الصعوبة وهي القول بالزمان اللامتناهي، إذ

سنضطر إلى التصور بأن وراء كل حد آخر أبعد منه، في حين أننا لا نستطيع إدراك هذه اللاهائية أصلا.

وفي المقابل يستطيع العقل أن يفترض نقيضا للموضوع السابق، أي أن العالم لا متناه في الزمان، وفي المكان معا⁽²¹⁾، فيترتب عن ذلك أن العالم ليست له بداية في الزمان، لأن القول بأن له بداية فيه، يعني الاعتراف بأن هناك زمان خال قبل ظهور العالم، لكن مثل هذا الزمان لا ينتج شيئا، فكل جزء من أجزائه لا يحتوي سببا يعين وجوده، فالعالم إذا ليست له بداية، وإن كانت توجد به أشياء. ثم أنه، ووفقا للفرضية السابقة، لن يكون للعالم حد في المكان، أي أن المكان لا يمكن أن يكون محدودا، لأنه لو كان كذلك، فإنه سيكون محدودا بالعدم المحض، لأن المكان بدون أشياء، لا يمكن أن يكون شيئا على الإطلاق، فهو غير محدود إذا، وإن وجدت فيه الحدود. فكان أن وصل كانط إلى هذه النتيجة: إن كل من الموضوع ونقيضه هنا باطل، معللا ذلك بأن العالم والمادة أشياء في ذاتها، أما الأشياء التي تكون في زمان ما، وفي مكان ما، لا نتحدث عنها بوصفها في ذاتها، فنحن لا نعرف إلا ظواهر هذه الأشياء كما هي معطاة لنا في التجربة، فالشيء الموجود في المكان والزمان، لا يمكن تصوره على أنه موجود في ذاته، وأنه خارج عن فكر الإنسان في المكان والزمان، ذلك أن الأشياء، وبما في ذلك المكان والزمان التي توجد ضمنهما، لا يمكن أن تكون أشياء في ذاتها، وخارجة عن تمثيل الإنسان⁽²²⁾.

هكذا يقر كانط، بأن العقل عاجز تماما عن البت في مثل هذه المواضيع، فإن حاول فإنه لن يحصد إلا الفشل، لذا لا بد من التوقف عن إصدار الأحكام المتعلقة بها، يقول كانط: " لكن إذا استعلمت عن عظم العالم في المكان والزمان، فلا يمكن أن أجد في تصوراتي ما يدل على أنه لا متناه، أو متناه... ونتيجة ذلك أن تصور عالم محسوس موجود في ذاته هو تصور متناقض، وسيظل حل المسألة المتعلقة بعظم العالم دائما أبدا حلا بعيدا عن الصواب سواء كان موجبا أو سالبا "⁽²³⁾. ثم أنه من

المستحيل في نظره، أن نكون في أذهاننا أي مفهوم إيجابي عن "الشيء في ذاته"، ويبقى في مقدورنا فقط تصوره بطريقة سلبية محضة. مما يعني أن الحدس العقلي أمر متعذر بالنسبة لنا. لن يتمكن العقل الإنساني من أن يتجاوز حدود التجربة⁽²⁴⁾. إذ ليس في الإمكان إدراك إلا ظواهر الأشياء⁽²⁵⁾، وإن كان يعتقد بأن مفهوم "الشيء في ذاته" لا يتضمن أي تناقض.

إن ميزة ابستمولوجيا كانط إذا، هو تأكيده المستمر على وجود عالم الظواهر وعالم الأشياء في ذاتها، معتبرا النومين كائنات، في حين أن الظواهر هي تلك المظاهر التي قدمتها لنا الأشياء، والتي في نظره تكون قد مسها التشويه من طرف عقولنا⁽²⁶⁾، إنها فكرة كلما تأملتتها تتأكد من أنها هي سر إبداعه، فالرجل كلما أكمل الحديث عنها، عاد من جديد يتكلم عنها، فتعلم أي مكانة منحها كانط أيها في فلسفته، وتعلم أنه كان يعلم أنه سيُساء تقديرها، هكذا هي، لدرجة أنه يمكن أن نطلق ودون تردد، على فلسفته نظرية "الشيء في ذاته"، ولن يجانبنا الصواب، يقول ريتشارد فاخ: " ويصر كانط المرة تلو الأخرى على أهمية حججه التي أوردها في كتاب "نقد العقل الخالص" عن الفارق بين الظاهرات والأشياء في ذاتها وهو موقف صائب"⁽²⁷⁾.

لكنه ظهر من الفلاسفة من اعترض على فكرة الشيء في ذاته كرينهولد (k.I.Reinhold) وبك (S.Beck) وشولس (G.E.Schulze) وميمون (S.Maimon)، وجاكوبي (F.H.Jacobi)، حيث أعلن هذا الأخير أن هذه الفكرة كما تجعلك تدخل ابستمولوجيا كانط، لا تجعلك تبقى فيها⁽²⁸⁾، وذهب هايريش فون كلايست إلى أن هذه الفكرة جعلته يعتقد بأنه لا يعرف شيئا على الأرض، وتصور هيجل أن كانط بالشيء في ذاته أَرهق العقل الإنساني، بل وفقضى على العقلانية، لما عده مجرد خادما للإيمان، ليصف فلسفة كانط بداء العصر، هذا وقد ذهب البعض من الفلاسفة إلى اعتبار أنه بهذه النتيجة، أي القول بمحدودية العقل يكون قد أذل وقتل العقل.⁽²⁹⁾

إلا أنه في المقابل، هناك من اقتنع بتمييز كانط بين "الشيء في ذاته" والظواهر، إذ وجد فيه شوبنهاور خدمة كبيرة قدمها كانط للفلسفة، إذ بهذا التمييز أصبح بالإمكان البرهنة على أن العقل يقف دائما بيننا وبين الأشياء، يقول شوبنهاور: "إن فضل كانت يكمن في تمييزه مظهر الشيء عن الشيء في ذاته"⁽³⁰⁾.

لكن تطور العلم الفيزيائي بعد كانط بسرعة كبيرة، والذي بلغ قمته مع اكتشاف نظريتي النسبية والكم، أعاد النقاش الفلسفي من جديد، خاصة حول تلك القضايا المتعلقة بنظرية المعرفة، ولأن الفيزياء تتناول المادة كموضوع بحث ودراسة، فهذا يسهل كشف حقيقتها، مقارنة مع علوم أخرى، كعلم الأحياء والعلوم الإنسانية، لذلك سنعتمد إلى استنطاق علماء فيزياء الكم، من أجل محاكمة فكرة "الشيء في ذاته". فنعرف إذا ما استطاعت هذه الفيزياء كشف كنه الأشياء، فنعلن عندها موت تلك الفكرة الكانطية.

لقد استطاع ماكس بلانك* (M. Planck) أن يتوصل إلى اكتشاف نظرية جديدة جاءت كتتويج للمجهودات التي بذلت خلال القرن التاسع عشر بغية تفسير الضوء وفهم عالم الذرة، مقدمة بذلك تصورات جديدة لعالم الميكروفيزياء، مفادها: أن الطاقة المشعة تنبعث على شكل وحدات منفصلة، أطلق على كل واحد منها اسم "الكم"⁽³¹⁾، بحيث تتوقف كمية الأشعة الصادرة على طول الموجة أو على اللون مثلا، فالطاقة المباحة للهزازات لم تكن مستمرة، بل أنها مكونة من عدد محدد من أجزاء محدودة متساوية أو من عناصر طاقة، وإن أطلق بلانك على هذه العناصر كموم الفعل، إلا أن العنصر الواحد منها هو كم طاقة وليس كم فعل، أما كموم الفعل فهو ينتج عن كموم الطاقة بتقسيم هذا الكموم على التواتر، وناتج القسمة أي كموم الفعل هو ثابت بلانك⁽³²⁾، لذلك فإن تبادل الطاقة يحصل بشكل متقطع، أي على شكل جسيمات، وهي وحدات لا تقبل التجزئة، بحيث يحمل كل منها طاقة محددة، فالكم هو جسيم غير مرئي يحمل قدرة تتناسب مع تواتر الإشعاع وفقا لهذه المعادلة الجبرية⁽³³⁾:

كم = ه × ت ، حيث أن: (كم) هو قيمة الكم . و(ت) يرمز لتواتر الإشعاع، أما (ه) هو عدد ثابت مقداره 6.62×10^{-34} جول. الثانية، ويعرف بثابت بلانك، الذي يعتبر أهم مكتشفات الفيزياء المعاصرة والذي سيكون له شأن عظيم، إذ سيعتمد عليه علماء كبار في تفسير الطبيعة الميكروفيزيائية⁽³⁴⁾.

وفي سنة 1905، برز ألبرت أينشتاين^{***} (A.Einstein) في عالم الفيزياء، مستمرا اكتشاف بلانك، حيث يبين من خلال مقالته الموسومة بـ "حول وجهة نظر استدلالية تتعلق بإنتاج الضوء وتحوله" صلاحية جديد بلانك، فساهم في تطوير نظرية الكم، إذ عمل على تعميق بحث بلانك حول تفاعل الإشعاع مع المادة، فافتراض أن الإشعاع يتألف من كموم هو نفسه كموم بلانك، مثبتا بذلك أن إشعاع الطاقة الصادر عن الجسم الأسود يصدر أيضا على شكل كموم⁽³⁵⁾، لأنه لو كان الضوء أمواجاً، لآزداد عدد الإلكترونات المنتزعة، وازدادت سرعتها، كلما ازدادت قوة الضوء، فالأشعة الضوئية أو الكهروطيسية عنده، مؤلفة من دقائق منفصلة سماه أينشتاين بالفوتونات، معتقدا بأن كل فوتون يحمل طاقة قدرها: 1 كم = ه × ت، بحيث إذا سكنت الفوتونات، فإن كتلتها تتلاشى، إذ تتحول إلى طاقة يمتصها الجسم الذي أوقف حركتها، بما أن الفوتونات لا تتجزأ، فإما أن تمتص كاملة وإما لا، وتأخذ حركة هذه الفوتونات مسار الشعاع الذي تحدده الحركة الموجية. يقول بيلوريسكي: "فأينشتاين، الذي سلم بوجود "حبوب الضوء" أي الفوتونات ذات الطاقة $h\nu$ ، أعطى تفسيراً بسيطاً للقانونين الأساسيين للمفعول الفوتوكهربي، وهما القانونان اللذان بقيان غير مفهومين في الإطار الكهروطيسي التقليدي، وإن السيرة التي في أساس المفعول الفوتوكهربي، عبارة عن صدمة بين فوتون الموج الوارد والإلكترون المعدن، مما يؤدي إلى إفناء الفوتون، بينما تكبر طاقة الإلكترون بمقدار $h\nu$. هذا يؤدي إلى تفسير بسيط لوجود عتبة جلية. حيث أنه يستوجب على الطاقة أن تفوق طاقة الاستخراج لكي يخرج الإلكترون من المعدن."⁽³⁷⁾

وفي سنة 1923 تمكن آرثر كامبتون*** (A. Compton) من تأكيد التفسير الكمي، حيث تمكن من إثبات الطبيعة الجسيمية للضوء⁽³⁸⁾، ذلك أنه عندما سلط أشعة (X) على مجموعة من الإلكترونات، عن طريق إسقاط هذه الأشعة على لوح من الكربون، اكتشف أنها لا تنتشر عليها على شكل أمواج، بل على شكل كرات صغيرة تصطدم بكرات أخرى. مما يعني أن ما يوجد، هو اصطدام فوتونات بإلكترونات، فتشتت الفوتونات بفعل الإلكترونات.

وفي سنة 1927 تمكن رامان **** (S.C Raman) من ترجيح التفسير الكمي أيضا، إذ توصل إلى إثبات الطبيعة الجسيمية للضوء، وذلك بعد ما تبين له عجز النظرية الموجية عن تفسير ظاهرة تبادل الطاقة التي تحصل بين المادة والإشعاع، مكتشفا بأن هناك تبادل لها بين الجزيئات والفوتونات، وهذا ما يسمى بمفعول رمان⁽³⁹⁾.

وفي سنة 1913، ظهر اكتشاف نيلز بور ***** (N.Bohr) المتعلق بالذرة، كتأكيد آخر على نجاح نظرية الكم، إذ طبق فرضيات الكم على البنية الالكترونية في الذرات، مستنبطا منها تصورا لنموذج خاص به لبنية الذرة، بالإضافة إلى اعتماده على فرضيات أنموذج رادرفورد***** (E. Rutherford)، أثبت من خلاله أنه توجد حول النواة مدارات منفصلة مميزة، ومحددة للإلكترونات وفقا للآتي: نجد النواة، ثم حولها المدار الأول أو المحطة الأولى للإلكترون. ثم المدار الثاني والثالث وهكذا، وأنه حتى يتم الانتقال من حالة إلى حالة أخرى من هذه الحالات، فإن الذرة ستقوم بامتصاص أو تشع حزمة من كمية مناسبة من الطاقة "الكم"، إذ عندما يقفز إلكترون من مدار خارجي إلى مدار داخلي، فإنه يشع طاقة. وعندما يصل الإلكترون إلى المدار الجديد، يكون في أمان. وإذا اكتسب الإلكترون طاقة بالتسخين مثلا، فإن الإلكترون يقفز إلى مدار خارجي ويستقر فيه. يقول جينز***** (J.Jeans): " لهذا اقترح (بور) أن الإلكترون لا يظل إلى الأبد في نفس المدار من الذرة، بل إنه يقفز من أحد المدارات المسموح بها إلى الآخر، وتلك هي قفزات الكنجر... فالإلكترون عندما يغير مداره، تتغير الطاقة الداخلية

للذرة، فإذا أن تطلق أو تمتص طاقة، وافترض (بور) أنه في أي حالة فالطاقة التي تتحرر أو تمتص تكون على هيئة كمية واحدة من الإشعاع⁽⁴⁰⁾.

هذا وقد استطاع دي برولي^{*****} (M.De Broglie) أن يطور نظرية الكم، إذ اكتشف أن الشعاع الضوئي، كما يتألف من جسيمات، فإن كل جسيم منها له موجة ترافقه دائما أيضا، بحيث يتناسب تواتر هذه الموجة مع طاقة الفوتون وفقا لقانون بلانك. مما يعني أنه في جميع الحالات التي تنتشر فيها الفوتونات تكون مصحوبة بموجات نابعة منها، بحيث تغمر هذه الأخيرة الفوتونات، وقد أعطى دي برولي لكل حالة ممكنة للإلكترون دالة موجة تسمى بدالة بسي ورمزها هو: Ψ ، وذلك من أجل التعبير عن الموجة التي ترافق الإلكترون رياضيا⁽⁴¹⁾.

وقد أثبت شرودنجر^{*****} (E. Schrödinger) فكرة دي برولي، وذلك عندما قال بالطبيعة المزدوجة للإلكترون، وهي الطبيعة الجسيمية - الموجية، إذ عبّر عن الإلكترون في معادلته كموجة وليس كجسيم، فساهم بذلك في وضع أساس الميكانيكا الموجية.

ومن جهة أخرى، تمكن هايزنبرج^{*****} (G. Heisenberg) من تطوير نظرية الكم، فظهرت على يديه الميكانيكا الكمية، حيث صاغ معادلة تضبط حركة الإلكترون في الذرة، على أساس أنها تغييرا يحدده حساب المصفوفات لحالة المنظومة في الزمن، فالإلكترون الموجود في ذرة غير مستثارة يبقى ساكنا، ولا يصدر أية طاقة، أما إذا تحرك منتقلا من محطة مدارية إلى أخرى، فإنه من الممكن حساب هذا التغير احتماليا، بواسطة معادلة هايزنبرج الإرتيائية، والتي صاغها على النحو الآتي⁽⁴²⁾:

$$\Delta \times \Delta \leq h$$

حيث ترمز (كه) إلى كمية الحركة، و (س) إلى السرعة، أما (هـ) فهي ثابت بلانك، والتي تنص على أنه لا يمكن تعيين موضع وكمية حركة دقيقة ما في وقت واحد بدقة أكثر من (هـ)، وكذلك الدقة في مسارها⁽⁴³⁾، وقد لوحظ أنه إذا أريد تعيين

الإلكترون في مدار بور الأول، فإن الخطأ في سرعته المرتكب هو من رتبة 810 م / ثا، أي ثلث سرعة الضوء تقريبا وهو مقدار كبير جدا. وعلى هذا فإن الخطأ في تحديد كمية الحركة مضروبا في الخطأ في تحديد السرعة يساوي أو أكبر من ثابت بلانك، والذي قيمته تساوي 6.626×10^{-34} جول. الثانية، فإن أي تدقيق من شأنه أن يقلل من الخطأ في تحديد كمية الحركة (Δ كه) سيؤدي بالضرورة إلى زيادة الخطأ في تحديد السرعة (Δ س)، والعكس صحيح أيضا. فهذه العلاقة تعبر عن مبدأ الاحتمية أو الشك عند هايزنبرج، لأننا عندما نحاول تحديد موقع الإلكترون نقوم بقذف شعاع ضوئي بقوة عليه، فيحدث أن الإلكترون الذي يصطدم به الفوتون، أنه يمتص من هذا الأخير جزء من طاقته، فيضيفها إلى نفسه، فتزداد سرعته، فنعجز عن ضبط مكانه، وقد شبه الفيزيائي ديتوش (Destoushe) هذه الظاهرة بقطة سُحنت في قبو، بحيث اعتادت فيه على الظلام، مما يجعلها تخاف وتهرب كلما سلط عليها الضوء، فإذا طلب منا تحديد مكانها داخل هذا القبو، لجأنا إلى محاولة رؤيتها من خلال ثقب صغير مع إرسال الضوء منه، لكنها بمجرد أن تراه تهرب، مما يعني أن ضبط مكانها بدقة أمر متعذر، على أساس أنها قد توجد في كل نقطة من القبو، وهذا هو حال الإلكترون بالضبط⁽⁴⁴⁾.

وقد قام بول ديراك ***** (P.Dirac) بتقديم صياغة جديدة لميكانيك الكم، اعتبرت بأنها الأشمل، لأنها شملت ميكانيك المصفوفات، والميكانيك الموجي، ونظرية النسبية الخاصة، يقول جينز: " وبعد أن قام ديراك بدراسة رياضية معقدة، توصل إلى نظرية مصورة كاملة، أظهرت ميكانيكا المصفوفات Matrix (لهيزنبرج) والميكانيكا الموجية (لدوبروجلي) و(شرودينجر) على أنها حالات خاصة من النظرية"⁽⁴⁵⁾. وقد اكتشف نتيجة ذلك خاصية سبين المتعلقة بدوران الأجسام الذرية حول نفسها، والتي تنص على أن الإلكترون يدور حول النواة كما يدور حول نفسه⁽⁴⁶⁾.

وقد تمكنت نظرية ديراك من التنبؤ من أن هناك سويات طاقة ضمن الذرة غير مكتشفة بعد، فكل حل يصف إلكترونات في سوية طاقة ما، إلا وله حل نظير، يمتلك

نفس الخواص والطاقة، وإن كانت طاقته سالبة، ومثال ذلك خيالنا الذي ينعكس على المرأة، فديراك يشير إلى احتمال وجود حالات سالبة للطاقة، فلو فرضنا أن في الكون ثقبوب عديدة ذات طاقات سالبة، نجد أنه في حالة توفر الكون على كهارب يتجاوز عددها ما يلزم لسد تلك الثقبوب، فإن هذه الحالات للطاقة تكون مشبعة، وهنا لا يمكن رؤيتها، أما الكهارب التي لم تسقط في تلك الثقبوب يمكن مشاهدتها، فإذا حدث تدخل خارجي يكون يمتلك قدرة كبيرة، فإنه يخرج الكهارب من ثقبه، فيرجع إلى حالته الموجبة، فنتحصل على كهارب عادي طاقته موجبة، وثقب ذو طاقة سالبة⁽⁴⁷⁾.

ويرى ديراك أن وجود مثل هذا الجسيم يمكن أن يؤدي في حالات معينة لظهور أجسام شبيهة بالالكترونات ذات شحنة موجبة وطاقة موجبة، أطلق عليها اسم البوزيترون، والتي ظهرت بالفعل في بعض التفاعلات النووية، ليعلن على أثر ذلك عن اكتشاف المادة المضادة⁽⁴⁸⁾ التي تنشأ عن جسيمات الطاقة السالبة.

إن تأمل نتائج فيزياء الكم، بغية محاكمة فكرة " الشيء في ذاته"، يوقفنا على ما يدعمها، ففي هذه الفيزياء يجد العالم نفسه أمام صيغ رياضية، وإن كانت تُولد مجموعة من الأرقام تنسجم مع نتائج التجارب، إلا أن هذه الأرقام تفتقد إلى أي واقعية يمكن أن تحدد هذه الظواهر الميكروفيزيائية، فمعادلتى شرودنجر وديراك، اللتان تعتمدان في وصف حركة الجسيمات الدقيقة على دالة موجية مركبة، تضم رقما خياليا لا يمثل أي كمية فيزيائية، لأنه يدل على مفهوم مجرد فقط، مما يعني أن هذه الدالة لا تصف شيئا واقعيا. فطُرح الإشكال: كيف نصف أمرا واقعيا بدالة خيالية؟ . يقول فيليب فرانك (Ph.Frank): " ولدينا معادلة الموجات ل شرودنجر أو ديراك. وإذا زدناها بالتعريفات التشغيلية فإن كلا منهما يرشدنا إلى كيفية التنبؤ بالملاحظات المقبلة، ولكنهما لا ينبئاننا قط بالحقيقة الفيزيائية التي تنطوي عليها هذه البنية الرياضية"⁽⁴⁹⁾، هذا ما جعل نيلز بور، يتوصل إلى أن عالم الميكروفيزياء مستقل تماما عن العالم الكلاسيكي، فهو قائم

بذاته، مؤكداً في نفس الوقت على أن الانتقال من هذا الأخير إلى ذلك الأول يكون بالقفز، فلا يوجد أي جسر بينهما، مما استوجب في نظره ضرورة إعادة النظر في علاقتنا مع الطبيعة قائلاً: "إنه من الخطأ أن نعتقد أن مهمة الفيزياء هي معرفة الطبيعة كما هي، بل أن مهمته في ماذا يمكن أن نقول نحن عن الطبيعة" (50). متفقاً بذلك تماماً مع كانط في فكرة أن المعرفة لا تعبر عن حقيقة خارجية مستقلة عن الإنسان، بل أننا لا نرى من الطبيعة إلا ما يراه العقل، إذ لا يمكن الفصل بين الملاحظ والملاحظ في العالم الذري، فحقيقة العالم ليست في متناولنا، فكان أن أعلن نيلز بور أن البحث عنها من الأخطاء التي يجب تجنبها.

وما يثبت أن واقعية الأشياء هي من صنع عقل الإنسان لا غير أيضاً، هو تحول الموجة إلى جسيم عند ملاحظتها، مما يؤدي إلى انهيار الدالة الموجية، هذا ما جعل نيلز بور يعتقد بأن فعل الملاحظة ذاته هو من أحال الموجة إلى جسيم، إذ لم يكن هذا الجسيم موجوداً أصلاً قبل هذه الملاحظة، ليقرر نتيجة ذلك بأن الجسيمات المجهرية التي يتكون منها العالم لا تمتلك أي واقعية. رغم أن العالم المكون منها يمتلكها (51)، فالواقع الكمي لدى مدرسة كوبنهاغن مرتبط تماماً بالوعي، فلا وجود له إلا بوجود الملاحظ الواعي. فما كان من أينشتاين إلا أن توقف متعجباً متسائلاً: هل عندما نرى القمر يكون لحظتها موجوداً، وعندما لا نراه لا يكون موجوداً؟. وهذا ما جعل هايزنبرج يشبه عالم الكم بقوس قزح، لأن هذا القوس وإن امتلك وجوداً واقعياً، إلا أنه يبقى بدون أجسام (52)، ليتفق كل من نيلز بور وشروذنجر هايزنبرج وديراك وماكس بورن ***** (M.Born) على أن العقل عاجز عن إدراك كنه العالم، وفي هذا تأكيد على فكرة الشيء في ذاته الكانطية.

إن لغة هذه الفيزياء رياضية محضة إذاً، مما يجعل فهمنا للكون متوقف على هذه الصيغ الرياضية التي لا تعبر عن حقيقته، فتلك المعادلات لا تشير إلى حقيقة الجسيمات، الشيء الذي يجعل العالم الذي تبحث فيه الفيزياء المعاصرة من صنع العقل الفيزيائي،

وهذا دليل على أن كل معرفة بالكون يتدخل فيها الإنسان كطرف أساسي، وهنا تبرز مثاليتها ونسبيتها، ثم أن هذه المعرفة لا تقدم لنا منه إلا ظاهراً، هذا الذي دفع بماكس بورن إلى الاعتقاد بأن العالم الفيزيائي المعطى لنا، هو في الحقيقة مجرد رمز يشير إلى العالم الحقيقي، الذي نعجز عن معرفته، وإن كنا نعتقد بوجوده، لأنه مصدر كل انطباعاتنا الحسية وصيغنا الرياضية⁽⁵³⁾. فإدراك عالم "الشيء في ذاته" بعيد المنال، وهذا يعني أن للمعرفة حدوداً، كما ذهب إلى ذلك حل كانط الابستمولوجي.

إن فيزياء الكم تؤكد على التقسيم الكانطي، فهناك عالم الظواهر، وعالم الأشياء في ذاتها، فقد اكتشف هايزنبرج أن الإلكترون والبروتون والنترون لا يمثلون لا ماهية المادة ولا الواقع الخارجي المستقل عن الملاحظ، مستنتجاً من ذلك أن ما نعرف عنه بالعلاقات الجبرية في الطبيعة هو مجرد مظاهر لا غير، بينما تبقى حقيقته بعيدة عن قبضة الإنسان⁽⁵⁴⁾. لذلك من الأفضل له أن يتوقف عن البحث عنها، يقول هايزنبرج: "إن العلم الذي يريد التمسك بمحتواه الفلسفي يجب أن يعي حدوده، فلاكتشافات العظيمة في ميدان خواص المظاهر الطبيعية المنفردة لا يمكن أن تنجم إلا بشرط أن نعرف سلفاً الطبيعة العامة للظواهر، وعلى الفيزياء أن تتخلى، في نهاية الأمر، عن البحث في ماهية الأجسام والمادة والطاقة"⁽⁵⁵⁾، وهو نفس موقف أديجتون الذي قرر بأن عالم الميكروفيزياء عالم مجهول، وكل ما تم اكتشافه فيه، إنما هي مظاهر مجردة لا نعرف عنها شيئاً⁽⁵⁶⁾.

ثم أن معادلة هايزنبرج الإرتيابية أثبتت تعذر تحقيق معرفة موضوعية عن الطبيعة الذرية، فكل محاولة من أجل معرفة طبيعة الإلكترون من حيث موضعه أو سرعته، مآلها الفشل، مما يجعل هذا العالم الذري كما لو أنه غير قابل للملاحظة، بل أن تدخل ذواتنا العارفة عن طريق وسائل الملاحظة تجعله محرفاً، فلا نحوز على حقيقة الميكروفيزياء، لأننا سنلاحظ نتائج تأثيرنا الفعلي عليه، يقول هايزنبرج: "ولذلك نجد أن موضوع البحث حتى في العلم لم يعد الطبيعة ذاتها، وإنما بحث الإنسان في الطبيعة"⁽⁵⁷⁾.

إن الحقيقة التي توصل إليها علماء فيزياء الكم تتمثل في استحالة معرفة حقيقة هذا العالم، حيث أدرك شرودنجر أننا لن نصل في الأخير، إلا لما كان قد قرره كانط سلفاً، وهو استحالة إدراك عالم الحقائق⁽⁵⁸⁾. وبين بلانك أن خلف هذا العالم الحسي، هناك عالم آخر يتجاوز حدود إدراكنا، يقول بلانك: "أن عالم الإحساسات ليس هو العالم الوحيد الذي يوجد، وأن هناك عالماً آخر ليس في متناول قبضتنا المباشرة لا تفتأ ترجعنا إليه كل من الحياة العملية والعمل العلمي"⁽⁵⁹⁾، ومعتقداً في نفس الوقت بأن وجود مثل هذا العالم المطلق، والبعيد عن الإدراك البشري، هو من يدفع بالإرادة نحو المزيد من الاكتشافات، ففي قول لا أعرف معرفة، وتحفيزاً نحو الكشف عن مزيد من المعارف، يقول بلانك: "فهذا الاعتقاد الجازم بوجود واقع مطلق في الطبيعة، هو شرط في عمله ويقوي لديه الأمل في الاقتراب أكثر قليلاً من الطبيعة الموضوعية، وفي الكشف عن أسرارها"⁽⁶⁰⁾.

هذا وقد ميز بول ديراك بين عالم الحقيقة وعالم الظواهر، معلناً أن المعرفة الكاملة والمتنوعة يختص بها العالم الأول، يقول جينز: "أتى (ديراك) بعمليات Operators من نوع رياضي بحت، لكي يمثل عملية الانتقال بأي نشاط من الطبقة السفلية إلى السطح - أي مشاهدته، وجد (ديراك) أنه من الضروري أن نسلم بأي سلسلة أنواع النشاط التي نشاهدها أ، ب، ج.... هي مصغر لسلسلة توازيها في الطبقة السفلية، هذه السلسلة الموازية تتكون من أنواع "مجردة" خاصة هي أ، ب، ج.... وهي التي تظهر في عالم الظواهر على هيئة أ، ب، ج.... كما قد تتكون السلسلة الموازية في الطبقة السفلية من بعض الأنواع المركبة التي قد نرسم إليها بالرموز أ، ب، ج، أ، ج..... وليس لها مقابلات مباشرة في عالم الظواهر، وقد تتسبب أ، ب، ج، ج، ج..... ولكنها لا تتسبب في الاثنين، وهناك احتمال معين لظهور أ أو ب، فطبقة الحقيقة أغنى وأكثر تنوعاً من عالم الظواهر."⁽⁶¹⁾.

وما يثبت عجزنا عن الإحاطة بحقيقة الأشياء أيضا، هو أنه رغم عمل علماء فيزياء الكم الجاد من أجل ابداع نظام فيزيائي شامل، يمكن أن يفسر الطبيعة؛ معتمدين في ذلك على ثابت بلانك(ه)، الذي أعطوا له صفة المطلق، إلا أنه يعوزهم البرهان المقنع والضروري الذي يثبت تلك الصفة، فهذا الثابت يبقى فرضية صادقة، ولكن في ظل هذا النظام الفيزيائي المعتمد، والقائم على ما هو متوفر من معطيات فقط، فهذه الفيزياء، ورغم ما بلغته من عطاء، تبقى تتكلم عن عالم مجهول، إذ عجزت عن معرفة حقيقة الجسيمات والأمواج، وعن معرفة طبيعة الأثر الذي تتركه الجسيمات الكمية في حالة تحركها في الفراغ التام وغيرها، فالأسئلة الكثيرة التي عجزت الفيزياء المعاصرة على الإجابة عنها، جعلت مدرسة كوبنهاجن - وهي معهد بور للدراسات النظرية الذرية الذي يوجد في كوبنهاغن عاصمة الدنمارك - تتبنى عدم طرح مثل هذه الأسئلة، مكتفية بالتفسير الإحصائي لها، دون البحث عن ماهيتها، وكأنها تعمل بنصيحة كانط بعدم الخوض في الأمور التي تتجاوز حدود المكان والزمان، وقد التزم علمائها بذلك.

إن هذا التطور الكبير الذي لحق بالفيزياء، جعل بعض الفلاسفة يقرون بحقيقة محدودية المعرفة، حيث ذهب بونكاري (H.Poincare) إلى أن أي نظرية علمية تزعم بأنها قادرة على الإحاطة بحقيقة الحرارة أو الكهرباء مثلا، تكون بذلك قد حكمت على نفسها بالموت مسبقا، يقول بوانكاري: "إن طبيعة الأشياء ليست فقط بعيدة عن متناول العلم، ولكن لا شيء يمكن أن يجعلنا نعرفها"⁽⁶²⁾، فالعلم الذي نمتلكه في نظره ما هو إلا بريق وسط ليل حالك وطويل، مما يعني أننا لا نملك عن الواقع إلا صورا غامضة و مؤقتة⁽⁶³⁾. فكان أن توصل إلى نفس النتيجة التي كان قد أقر بها كانط، وهي أن "الشيء في ذاته" يحتاج إلى عقل آخر حتى يحيط به، كالعقل الملائكي أو العقل الإلهي، حيث أعلن أن معرفة هذا العالم متوقفة على وجود عقل من نوع آخر، لانهائي يكون قادر على إدراك حقيقة هذا الكون، يقول بوانكاري: "نريد أن نتصور العالم الخارجي، وإنه بهذا نعتقد أننا نعرفه. ونعرف أننا لا يمكن أن نصل إلى

هذا التصور لأن عجزنا كبير جدا، فنريد أن نتمكن على الأقل من تخيل عقل لا نهائي يصبح ذلك التصور بإمكانه، أن نتخيل نوعا من الشعور العظيم الذي يرى كل شيء، يرتب كل شيء في زمانه كما نرتب نحن في زماننا القليل من الأشياء التي نراها⁽⁶⁴⁾. وهذا ما جعل أرتو هانكان يعتبر العلم مجرد مجهود فكري موجه نحو واقع غامض من أجل تفسيره، مما يجعله عاجز عن معرفته في حد ذاته، فالعدد والذرة في نظره لا يقدمان معرفة مقنعة عن الواقع، ليقرر نتيجة ذلك التحول بالتفلسف من مجال العلم إلى مجال الميتافيزيقا⁽⁶⁵⁾.

وهكذا تصل فيزياء الكم إلى تأكيد فكرة " الشيء في ذاته " التي تعتبر من أعظم نتائج ابستمولوجيا كانط، حيث تبين لها أن حقائق الأشياء غير معطاة لنا، وبالتالي من المتعذر معرفتها كما هي في حد ذاتها، أي أن هذه الفيزياء عجزت عن الإحاطة بحقيقة هذه الجسيمات والموجات والأوتار، التي استند عليها العلماء في تفسير الكون وتفسيره، فلا توجد هناك أي حقيقة نهائية، يقول فوراستيه (J.Fourastié): " فلقد اعترف العلم بأن له حدود، وإن تلك الحدود هي الآن في طور التبيين "⁽⁶⁶⁾. لذلك لا مفر من موافقة شرودنجر، عندما قال: صدق عجز كونيجسبرج كانط. ولا مندوحة من الإقرار بأن كانط علمنا بمفهوم "الشيء في ذاته" متى نعلق الحكم، فلا نقع في التناقض، ولا يكون استعمالنا غير مشروع لقدرتنا العارفة.

الهوامش:

¹ - ولتر ستيس، فلسفة هيكل المنطق وفلسفة الطبيعة (المجلد الأول)، ترجمة: إمام عبدالفتاح إمام، دار النوير للطباعة والنشر، ط3، بيروت، 2007، ص45.

² - ريتشارد شاخ، رواد الفلسفة الحديثة من ديكارت إلى كانط، ترجمة: أحمد حمدي محمود، الهيئة المصرية العامة للكتاب، د ط، القاهرة، 1993. ص259.

³ - عمانوئيل كنت، نقد العقل المحض، ترجمة: موسى وهبة، مركز الإنماء القومي، ط1، بيروت، 1989. ص56.

4- Abdelkader Bachta. L'espace et le Temps chez Newton et Kant. Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis.1991.P305

⁵ - عمانوئيل كنت، نقد العقل المحض، (مصدر سابق)، ص68.

⁶ - زكريا إبراهيم، كانت أو الفلسفة النقدية، دار مصر للطباعة، د ط، مصر، د س. ص103.

- ⁷ - عمانوئيل كנט، نقد العقل المحض، (مصدر سابق)، ص166.
- ⁸ - المصدر نفسه، ص163.
- ⁹ - المصدر نفسه، ص164.
- ¹⁰ - زكريا إبراهيم، كانت أو الفلسفة النقدية، (مرجع سابق)، ص108.
- ¹¹ - محمود فهمي زيدان، كنت وفلسفته النظرية، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، د ط، الإسكندرية، 2004. ص237.
- ¹² - Goldman Lucien. La communauté Humaine et L'univers chez Kant. P.U.F. Paris. 1948. P.261.
- ¹³ - Émile Boutroux. Études d'Histoire de la Philosophie. Félix Alcan. Paris. 1897. PP.357-358.
- ¹⁴ - Léon Brunschvicg. Écrits Philosophiques. P.U.F. Paris. 1951. P271.
- ¹⁵ - إيمانويل كانت، مقدمة لكل ميتافيزيقيا مقبلة يمكن أن تصير علما، ترجمة نازلي إسماعيل حسين ومحمد فتحي الشنيطي، موفم للنشر، د ط، الجزائر، 1991، ص127.
- ¹⁶ - برتراند رسل، أصول الرياضيات (ج3)، ترجمة: محمد مرسى أحمد و أحمد فؤاد الأهواني، دار المعارف، ط2، مصر، 1964، ص211.
- ¹⁷ - E.Kant . Critique de la Raison Pure. Trad.Alain Renaut, GF Flammarion. 2^{ème} édition. Paris. 2001. P.P.430-451
- ¹⁸ - Herman Jean de Vleeschauwer. Immanuel Kant. Gallimard. Paris. 1978. PP50-51.
- ¹⁹ - إيمانويل كانت، مقدمة لكل ميتافيزيقيا مقبلة يمكن أن تصير علما، (مصدر سابق)، ص130.
- ²⁰ - عمانوئيل كنت، نقد العقل المحض، (مصدر سابق)، ص ص227-228.
- ²¹ - المصدر نفسه، نفس الموضع.
- ²² - إيمانويل كانت، مقدمة لكل ميتافيزيقيا مقبلة يمكن أن تصير علما، (مصدر سابق)، ص ص130-131.
- ²³ - المصدر نفسه، ص131.
- ²⁴ - زكريا إبراهيم، كانت أو الفلسفة النقدية، (مرجع سابق)، ص109.
- ²⁵ - الشيخ كامل محمد محمد عويضة، عمانوئيل كانت، شيخ الفلسفة في العصر الحديث، دار الكتب العلمية، ط1، بيروت، 1993، ص77.
- ²⁶ - إميل بوترو، فلسفة كانت، ترجمة عثمان أمين، الهيئة المصرية العامة للكتاب، د ط، القاهرة، د س. ص128.
- ²⁷ - ريتشارد شاخ، رواد الفلسفة الحديثة من ديكارت إلى كانت، (مرجع سابق)، ص299.
- ²⁸ - محمود فهمي زيدان، كنت وفلسفته النقدية، (مرجع سابق)، ص252.
- ²⁹ - محمد المزوغي، عمانوئيل كانت (الدين في حدود العقل أو التنوير الناقص)، رابطة العقلايين العرب، دار الساقى، ط1، بيروت، 2007، ص64.
- ³⁰ - النص نقلا عن: محمد عنبر، الشيء في ذاته - معلم لبناء الوجود كما هو معلم للعلم والفلسفة -، دار القلم، ط1، دمشق، 1999، ص134.
- * - ماكس بلانك (1858-1947)، عالم فيزيائي ألماني، اكتشف نظرية الكم سنة 1900، نال جائزة نوبل سنة 1918، كرس كثير من أعماله للمشكلات الفلسفية المتعلقة بالفيزياء، من أهم مؤلفاته: "صورة العالم في الفيزياء المعاصرة"، "فلسفة الفيزياء".
- ³¹ - M.Plank. philosophy of physic. Trans by w.h.johnston. london. 1936. P.15.
- ³² - ماكس بيروتر، ضرورة العلم، ترجمة وائل أناسي وبسام معصراني، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، سلسلة عالم المعرفة العدد 245، الكويت، 1999، ص160.
- ³³ - فريد آلان وولف، مع القفزة الكمومية، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس، ط2، دمشق، 2002، ص65.

³⁴ - M.Plank. Philosophy of Physic.P.14.

** - ألبرت أينشتاين ولد في 14 مارس 1879 بأولم (النمسا)، تخرج من معهد البوليتكنيك بسويسرا، توظف على إثر تخرجه في مكتب براءات الاختراع في برن(سويسرا)، بعد العديد من الاكتشافات تحصل على منصب الأستاذية في جامعة زوريخ ثم في جامعة برلين ، نال جائزة نوبل سنة 1921، ووسام كوبلي سنة 1925، وضع الأسس العلمية للعديد من المجالات الحديثة في الفيزياء وهي : النظرية النسبية الخاصة ، النظرية النسبية العامة ، ميكانيكا الكم ، نظرية المجال الموحد، توفي في 18 أبريل 1955. من أهم مؤلفاته: "نظرية النسبية: الخاصة والعامة"، "تطور الفيزياء".

³⁵ - ماكس بيروتر، ضرورة العلم، (مرجع سابق)، ص162.

³⁶ - J.C.Boudenot. G.C.Tannoudji. Max Planck et les Quanta. Ellipses. Paris.2001. P.48.

³⁷ - ييلوريسكي آيات، دروس الميكانيك الكوانتي ترجمة أحمد بوسنة، ديوان المطبوعات الجامعية، د ط، الجزائر، 1988، ص13.

*** - آرثر هولي كامبتون (1892-1962)، فيزيائي أمريكي، كان له دور بارز في تطوير الطاقة الذرية والإشعاعات الكونية، اكتشف تأثير التبعثر على الأشعة السينية، نال جائزة نوبل سنة 1927.

³⁸ - B.yavorski et A.detlaf, Aide-mémoire de Physique, Traduit du russe par Ch. Der-Mègrèditchian . Editions Mir, 3emeédition, Moscou, 1980. P.729.

****- السير شاندراسيخارا فنكاتا رامان(1888-1970)، فيزيائي هندي، وضع عدة أبحاث حول البلورات.

³⁹ - عبدالكريم الباي، الفيزياء الحديثة والفلسفة، مطبعة الجامعة السورية، د ط، دمشق، 1951. ص29.

***** - نيلز بور (1885-1962)، فيزيائي دنماركي، نال جائزة نوبل سنة 1922، وضع أنموذجا للذرة وطور نظرية الكم، من مؤلفاته: "الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية".

***** - أرنست لورد رذرفورد(1871-1937)، فيزيائي بريطاني، نيوزيلاندي الأصل، اكتشف الإشعاعات الموجبة والسالبة والمتعادلة، نال جائزة نوبل سنة 1908. افترض رادفورد سنة 1911 أنموذجا نوويا للذرة، على أساس أن الذرة تتكون من جسيم صغير وثقيل ذو شحنة موجبة ويسمى النواة، يحتل مركز الذرة، وتحتوي نواة الذرة على جميع البروتونات، ولذا فإن كتلة الذرة هي تعبير عن مجموع كتل البروتونات في نواتها (حيث أن قيمة كتل الالكترونات صغيرة جدا أي قيم مهملة). كما أن شحنة النواة الموجبة ترجع إلى تركز البروتونات الموجبة بها . وتتوزع الالكترونات الذرة حول النواة بنفس الطريقة التي تتوزع بها الأجرام السماوية حول الشمس. وبما أن الذرة متعادلة ،لذا فإن عدد الالكترونات السيارة يساوي عدد البروتونات بالنواة.

***** - السير جيمس هوبوود جينس (1877-1946) فيزيائي ورياضي وفلكي إنجليزي، قدم نظرية في الأجسام سريعة اللف وطبق نتائجها على مسألة تطور النجوم، من أهم مؤلفاته: "الكون"، "الفيزياء والفلسفة"، "الكون العجيب".

⁴⁰ - جيمس جينز ، الفيزياء والفلسفة ، ترجمة جعفر رجب، دار المعارف، د ط، القاهرة، 1981، ص198.

***** - الدوق موريس برولي(1875-1960)، فيزيائي فرنسي، اكتشف بنية الفوتوكهربائي الذي يرافق امتصاص أشعة

س، من أهم مؤلفاته: "الفيزياء و الميكروفيزياء

⁴¹ - ف بوش، أساسيات الفيزياء، ترجمة: سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، مراجعة محمد عبد المقصود النادي، دار ماكجروهيل

للنشر - مؤسسة الأهرام، ط1، القاهرة، 1982. ص788.

***** - أروين شرودنجر(1887-1961)، فيزيائي نمساوي، نال جائزة نوبل سنة 1933، طور نظرية الكم.

***** - قرنر هاينزبرج ، فيزيائي ألماني، ولد سنة 1901، أسس ميكانيكا الكم .

⁴² - B.yavorski et A.detlaf, Aide-mémoire de Physique, P.746.

⁴³ - سامر إبراهيم حسن إسماعيل، مفاهيم في الفيزياء الحديثة، دار صفاء للنشر و التوزيع، ط1، عمان، 1999. ص81.

- 44- محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم - العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي - مركز دراسات الوحدة العربية، ط6، بيروت، 2006، ص381.
- ***** - بول ادرين موريس ديراك (1902-1984)، فيزيائي إنجليزي، نال جائزة نوبل سنة 1933، اكتشف المعادلة النسبية للإلكترون.
- 45- جيمس جينس، الفيزياء والفلسفة، (مرجع سابق)، ص232.
- 46- Robert locqueneux, Histoire de la Physique, éditions dahlab, 1^{re} édition, Alger, 1987. P.109
- 47- بول كوديرك، النسبية، ترجمة مصطفى الرقي، منشورات عويدات، ط2، بيروت-باريس، 1980، ص81.
- 48- محمد التكريتي، حبات المعرفة، دار الملتقى، ط1، حلب، سورية، 2004، ص21.
- 49- فيليب فرانك، فلسفة العلم - الصلة بين العلم والفلسفة - ترجمة علي علي ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ط1، بيروت، 1983، ص292.
- 50- النص نقلا عن: جاسم حسن العلوي، العالم بين العلم والفلسفة، المركز الثقافي العربي، ط1، الدار البيضاء - بيروت، 2005، ص129.
- 51- المرجع نفسه، ص134.
- 52- المرجع نفسه، ص141.
- ***** - ماكس بورن (1882-1970)، فيزيائي ألماني، نال جائزة نوبل سنة 1954، طور النظرية الموجية في نظرية الكم.
- 53- M.Born. Natural Philosophy of Cause and Chance. Dover Publications. Inc. New york. 1964. PP.124-125.
- 54- G. Heisenberg et Alia. On Modern Physicis. The Orion Press. London. 1961. PP.7.8.
- 55- فيرنر هايزنبرغ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس، ط2، دمشق، 1994، ص224.
- 56- A.Eddington. The Nature of the Physical World. Collins. London. 1928. P.252.
- 57- G.Heisenberg. The Physicist's Conception of Nature. Hutchinson. London. 1958. P.24
- 58- Schrodinger. Mind and Matter. Combridge University Press. London. 1958. PP.48-49.
- 59- Max Plank. L'image du Monde dans la Physique Moderne. Gonthier. Paris. 1963. P.74.
- 60- Ibid. P.75.
- 61- جيمس جينس، الفيزياء والفلسفة، (مرجع سابق)، ص232.
- 62- هنري بوانكاري، قيمة العلم، ترجمة: الميلودي شغموم، دار التنوير، د ط، بيروت، 2006، ص160.
- 63- المرجع نفسه، ص165.
- 64- المرجع نفسه، ص33.
- 65- D.Parodi. La Philosophie contemporaine en France. 2^e édition. Librairie Félix Alcan. Paris. 1920. P.200.
- 66- جان فوراستيه، معايير الفكر العلمي، ترجمة فايز كم نقش، سلسلة زدي علما، ط2، بيروت، 1984، ص133.

أولا/ المصادر باللغة العربية:

- 1- إيمانويل كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقيا مقبلة يمكن أن تصير علما، ترجمة نازلي إسماعيل حسين ومحمد فتحي الشنيطي، موفم للنشر، د ط، الجزائر، 1991.
- 2- عمانوئيل كنت، نقد العقل المحض، ترجمة: موسى وهبة، مركز الإنماء القومي، ط1، بيروت، 1989.

3- فيرنر هاينزبرغ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس، ط2، دمشق، 1994.

ثانيا/ المراجع باللغة العربية:

- 1- إميل بوترو، فلسفة كانط، ترجمة عثمان أمين، الهيئة المصرية العامة للكتاب، د ط، القاهرة، د س.
- 2- برتراند رسل، أصول الرياضيات (ج3)، ترجمة: محمد مرسي أحمد و أحمد فؤاد الأهواني، دار المعارف، ط2، مصر، 1964.
- 3- بول كودريك، النسبية، ترجمة مصطفى الرقي، منشورات عويدات، ط2، بيروت-باريس، 1980.
- 4- ييلويسكي أبات، دروس للميكانيك الكوانتي ترجمة أحمد بوسنة، ديوان المطبوعات الجامعية، د ط، الجزائر، 1988.
- 5- حاسم حسن العلوي، العالم بين العلم والفلسفة، المركز الثقافي العربي، ط1، الدار البيضاء- بيروت، 2005.
- 6- جان فوراستيه، معايير الفكر العلمي، ترجمة فايز كم نقش، سلسلة زدني علما، ط2، بيروت، 1984، ص133.
- 7- جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، ترجمة جعفر رجب، دار المعارف، د ط، القاهرة، 1981، ص198.
- 8- ريتشارد شاخ، رواد الفلسفة الحديثة من ديكارت إلى كانط، ترجمة: أحمد حمدي محمود، الهيئة المصرية العامة للكتاب، د ط، القاهرة، 1993.
- 9- زكريا إبراهيم، كانت أو الفلسفة النقدية، دار مصر للطباعة، د ط، مصر، د س.
- 10- سامر إبراهيم حسن إسماعيل، مفاهيم في الفيزياء الحديثة، دار صفاء للنشر و التوزيع، ط1، عمان، 1999.
- 11- الشيخ كامل محمد محمد عويضة، عمانويل كانط، شيخ الفلسفة في العصر الحديث، دار الكتب العلمية، ط1، بيروت، 1993.
- 12- عبدالكريم اليافي، الفيزياء الحديثة والفلسفة، مطبعة الجامعة السورية، د ط، دمشق، 1951، ص29.
- 13- ف بوش، أساسيات الفيزياء، ترجمة: سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، مراجعة محمد عبد المقصود النادي، دار ماكجروهيل للنشر- مؤسسة الأهرام، ط1، القاهرة، 1982، ص788.
- 14- فريد آلان وولف، مع القفزة الكمومية، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس، ط2، دمشق، 2002.
- 15- فيليب فرانك، فلسفة العلم - الصلة بين العلم والفلسفة-، ترجمة علي علي ناصف-، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ط1، بيروت، 1983.
- 16- ماكس بيروتز، ضرورة العلم، ترجمة وائل أناسي وبسام معصراني، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، سلسلة عالم المعرفة العدد 245، الكويت، 1999.
- 17- محمد التكريتي، حبات المعرفة، دار الملتقى، ط1، حلب، سورية، 2004.
- 18- محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم - العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي-، مركز دراسات الوحدة العربية، ط6، بيروت، 2006.
- 19- محمد عنبر، الشيء في ذاته- معلم لبناء الوجود كما هو معلم للعلم والفلسفة-، دار القلم، ط1، دمشق، 1999، ص134.
- 20- محمد المزوغي، عمانوئيل كانط (الدين في حدود العقل أو التنوير الناقص)، رابطة العقلايين العرب، دار الساقى، ط1، بيروت، 2007.

- 21- محمود فهمي زيدان، كمنط وفلسفته النقدية، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، د ط، الإسكندرية، 2004.
- 22- هنري بوانكاري، قيمة العلم، ترجمة: الميلودي شغموم، دار التنوير، د ط، بيروت، 2006.
- 23- ولتر ستيس، فلسفة هيغل المنطق وفلسفة الطبيعة (المجلد الأول)، ترجمة: إمام عبد الفتاح إمام، دار النوير للطباعة والنشر، ط3، بيروت، 2007.

ثالثا/ المصادر باللغة الأجنبية:

- 1- E.Kant . Critique de la Raison Pure. Trad.Alain Renaut, GF Flammarion.2e édition. Paris 2001.
- 2- G. Heisenberg et Alia. On Modern Physicis. The Orion Press. London.1961.
- 3- G.Heisenberg. The Physicist's Conception of Nature .Hutchinson. London.1958.
- 4- M.Born. Natural Philosophy of Cause and Chance. Dover Publications. Inc. New york .1964.
- 5- Max Plank. L'image du Monde dans la Physique Modeme. Gonthier. Paris.1963
- 6- M.Plank. philosophy of physic. Trans0by w.h.johnston.london.1936.
- 7- Schrodinger. Mind and Matter. Combridge University Press. London.1958.

رابعا/ المراجع باللغة الأجنبية:

- 1- Abdelkader Bachta. L'espace et le Temps chez Newton et Kant. Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis.1991.
- 2- A.Eddington. The Nature of the Physical World.Collins. London.1928.
- 3- B.yavorski et A.detlaf, Aide-mèmoire de Physique, Traduit du russe par Ch.Der-Mègrèditchian. Editions Mir, 3^{ème} édition, Moscou, 1980.
- 4- D.Parodi. La Philosophie contemporaine en France.2é édition. Librairie Félix Alcan .Paris.1920.
- 5- Émile Boutroux. Études d'Histoir de la Philosophie.Félix Alacan. Paris.1897.
- 6- Goldman Lucien. La communauté Humaine et L'univers chey Kant. P.U.F. Paris.1948.-6
- 7- Herman Jean de Vleeschauwer. Immanuel Kant. Gallimard. Paris. 1978. J.C.Boudenot.
- 8- G.C.Tannoudji. Max Planck et les Quanta. Ellipses. Paris.2001.
- 9- Léon Brunshvicg. Écrits Philosophiques.P.U.F.Paris.1951
- 10- Robert locqueneux, Histoire de laPhysique,editions dahlab,1^{re} édition,Alger,1987.