المحاضرة الثامنة:

تاريخ العلم في الحداثة والمعاصرة

توطئة:

يُجمع المؤرخون على أن بداية العصر الحديث كانت مع بدايات القرن السادس عشر (1500م) وهو العصر الذي عرف تراجعا لسلطة الكنيسة بفضل الحركة الإصلاحية البروتستانتية التي قام بها كالفن ولوثر وفي المقابل تحررا للعقل والفلسفة ناهيك عن ظهور المعرفة العلمية. اما المعاصرة فترتبط تاريخيا بالقرن التاسع عشر وهي امتداد للعصر الحديث حتى أنها تعرف أيضا بالحداثة المتأخرة؛ هذا على الصعيد التاريخي أما جغرافيا فإن الفترة الحديثة والمعاصرة سترتبط بالحضارة الغربية أي أوربا وأمريكا والتي ستشهد ثورة علمية تؤدي بنا إلى عصر التقنية الذي سيغير من مفهوم الحياة بالكامل بل وحتى مفهوم المعرفة.

لا يجب أن نغفل عن أمر بالغ الأهمية في دراستنا للفترة الحديثة والمعاصرة، هذا الأخير إنما يتعلق بمرحلة هامة تنتمي إليهما وهي مرحلة الأنوار؛ والمقصود بمرحلة الأنوار حوالي قرن من الزمن يمتد 1700م إلى 1800م وقد سميت هذه المرحلة بمرحلة الأنوار لأن الفكر أخذ على عاتقه مهمة تحرير العقل من كل بقايا سلطة الكنيسة والفكر الديني.

على هذا الأساس تعتبر المرحلة الحديثة والمعاصرة أهم مراحل تطور المعرفة العلمية بالنظر إلى ما بلغته هذه المعرفة من نتائج بل وقبل ذلك ما بلغته من تطور على مستوى المناهج وطرق البحث فلم تكن العلوم لتحقق كل هذا التطور لو لم تغير من أساليب دراساتها وهو

الأمر الذي يستوجب منا البحث عن العوامل التي ساهمت في تحقيق هذه النقلة على مستوى التفكير العلمي. فكيف تمكن العقل البشري من تحقيق كل تلك النتائج العلمية في مختلف المجالات سواء في مرحلة الحداثة أو المعاصرة؟

1- العلم في المرحلة الحديثة:

يمكن اعتبار المرحلة الكوبرنيكية هي المرحلة الفاصلة بين العصور الوسطى والحداثة وعليه يمكن القول ببداية العصر الحديث مع القرن السادس عشر الذي عرف نهضة فكرية على عديد المستويات والأصعدة أبرزها الفلسفة والفن والعلوم؛ فعلى المستوى الفلسفي خاصة يجب أن نشير في هذا المقام إلى الدور الذي لعبته الفلسفتان العقلانية بزعامة رونيه ديكارت وسبينوزا باروخ من جهة والتجريبية بزعامة فرانسيس بيكون ودافيد هيوم من جهة أخرى في نشر الكثير من الأفكار التي لعبت دور البيئة أو المناخ الممهد للنهضة الأوربية الحديثة، وما كتاب اللاهوت والسياسة لسبينوزا إلا دليل قاطع على تمرد التفكير الفلسفي على كل أشكال الهيمنة التي مارستها الكنيسة لقرون من الزمن؛ وفي هذه الجزئية بالضبط وجب علينا أيضا الكشف عن القيمة الكبيرة لمؤلف ديكارت الموسوم بعنوان: " خطاب في المنهج " « discours de la méthode » فبين الثورة على الكنيسة ووضع أسس المنهج سيجد العقل مسلكا آمنا نحو المعرفة العلمية الحقة.

أ- الرياضيات والمنطق:

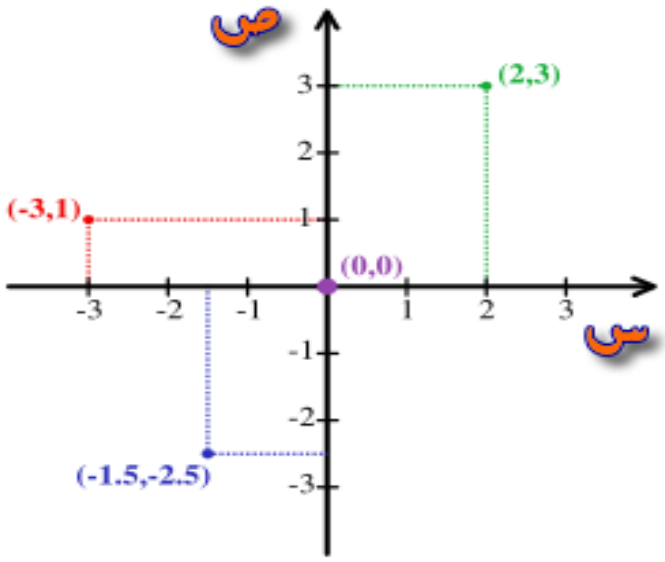
تحظى الرياضيات بقدر كبير من الاحترام في جل محطاتها التاريخية أي منذ الحضارات الشرقية القديمة مرورا بالحضارة اليونانية ووصولا إلى الحداثة والمعاصرة فقد كانت على مر العصور رمزا للتفكير الصارم والدقة المتناهية، لكن ذلك لم يكن في العصور الوسطى لأن الكنيسة اعتبرتها تنجيما وتعاونا مشؤوما مع الشيطان فهي لا تختلف عن قراءة الكف والعرافة بدليل سجن جيرولامو كاردانو مؤلف كتاب الجبر في عصر النهضة واعتقال توماس هاريوت وبدليل أيضا ما كتبه جون أوبري عن ويليام أورتيد وهو عالم رياضيات: " إن أهل الريف اعتقدوا أنه يستطيع استحضار الأرواح"[1].

كل ما سبق ذكره يثبت ظلامية العصور الوسطى ومدى تأثيرها على تطور العلوم عموما والرياضيات بشكل خاص، لكن مع رونيه ديكارت شهدت الرياضيات تطورا كبيرا خاصة مع قانون حساب التفاضل لإسحاق نيوتن ومسألة المعلم الديكارتي الذي أوجد من خلاله تطبيقات لفلسفة رياضية جديدة يمكنها الجمع بين الحساب والهندسة في تصور واحد أو إن صح القول تجسيد أفكار تعبيرية بالكم المتصل عن الكم المنفصل وهو ما أصبح يصطلح عليه قيما بعد بنظام الإحداثيات الديكارتية وهو نظام يسمح لنا بتحديد نقطة نسبة لعددين يطلق عليهما س أو x و ع أو y كما هو موضح في الشكل أدناه.

---

[1]- جاكلين ستيدال، تاريخ الرياضيات –مقدمة صغيرة جدا-، تر: محمد عبد العطيم سعود، مؤسسة هنداوي للنشر، المملكة المتحدة، ط1، 2018، ص 38.

الشكل (1)[2]



كما لا يجب أن ننسى ما قدمه ليبتنيز (F. Leibniz 1646–1716) في الرياضيات من خلال حساب اللامتناهيات الصغرى أب التكامل والتفاضل[3] هذا بالنسبة للرياضيات أما بخصوص المنطق فلا يمكن في العصر الحديث إغفال مفهوم "**الأورغانون الجديد**" للفيلسوف التجريبي الإنجليزي فرنسيس بيكون والذي أراد من خلاله نقد المنطق الصوري المتهالك في نظره لأرسطو طاليس ومن خلاله تمكن بيكون من نقل المنطق إلى مستوى آخر مختلف كل الاختلاف عن المنطق الذي ساد لقرون من الزمن أي منذ القرن الثالث قبل الميلاد إلى عصر النهضة أي لمدة تزيد عن الثمانية عشر قرنا؛ يقول بيكون في تصدير كتابه عن الأورغانون الجديد الآتي:[4]

---

[2] - https://ar.wikipedia. تاريخ التصفح: 2024/03/28.

[3]- كلود بريزينسكي، تاريخ العلوم – اختراعات واكتشافات العلماء -، تر: سارة رجائي يوسف، مؤسسة هنداوي، المملكة المتحدة، ط1، 2017، ص 20.

[4]- فرنسيس بيكون، الأورغانون الجديد، تر: عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي للنشر، المملكة المتحدة، ط1، 2018، ص 10.

ب-علوم المادة:

المقصود بعلوم المادة في متن هذه الجزئية ثلاثة علوم رئيسة وهي الفيزياء والكيمياء والعلوم البيولوجية أي علوم المادة الجامدة وعلوم المادة الحية كما يُصطلح عليها؛ ودون مواربة يمكن القول بأن عالم الفيزياء الإنجليزي إسحاق نيوتن (I. newton 1642-1727) هو أشهر علماء أوربا الحديثة وذلك لأنه لم يكتفي بإسهاماته في الرياضيات بل كان له الفضل في اكتشاف أهم قوانين الفيزياء بل والعلوم في ذلك الوقت، ففكرة الجاذبية تعتبر بحق أهم ما توصل إليه العلم الحديث باعتبارها فكرة مؤثرة في كل العلوم الأخرى بدليل ما ورد على لسان في النص الآتي: "كان كتاب (**النظريات الرياضية للفلسفة الطبيعية)** للسير إسحاق نيوتن أشهر جميع الكتب ذات التأثير العميق على أمور البشر كما أنه ما من كتابٍ من تلك قرأه أشخاصٌ أقل ممن قرءوا ذلك الكتاب؛ فقد كتبه مؤلفه في تؤدةٍ* باللغة اللاتينية الفنية البالغة الغموض

" إن منهجي، على الرغم من صعوبته في التطبيق، سهل في الشرح، منهجي هو أن نرسي درجات متزايدة من اليقين ..... أن نستمر في الأخذ بشهادة الحواس ونساعدها ونحصنها بنوع من التصويب، ولكن نرفض، بصفة عامة العملية العقلية التي تتلو الإحساس، بل تفتح مسارا جديدا للعقل أكثر وثوقا يبدأ مباشرة من الإدراكات الحقيقية الأولى للحواس نفسها، كانت هذه بدون شك وجهة نظر أولئك الذين أولوا المنطق دورا كبير، فمن الواضح أنهم كانوا يبحثون عن نوع من الدعم للعقل".

*- تؤدة: الكتابة برزانة وروية وتمهل، المقصود بها في النص أعلاه الكتابة الرصينة.

والموضحة بالكثير من الأشكال الهندسية المعقدة. وبذا اقتصرت قراءته على علماء الفلك والرياضيات والطبيعة الواسعي الاطلاع."[5] وبلغة تمكننا من تلخيص فكر إسحاق نيوتن يمكننا اختزال الحديث في ثلاث نقاط وهي:

- اختراعه لحساب التفاضل في الرياضيات.
- قانون تركيب الضوء.
- قانون الجاذبية.

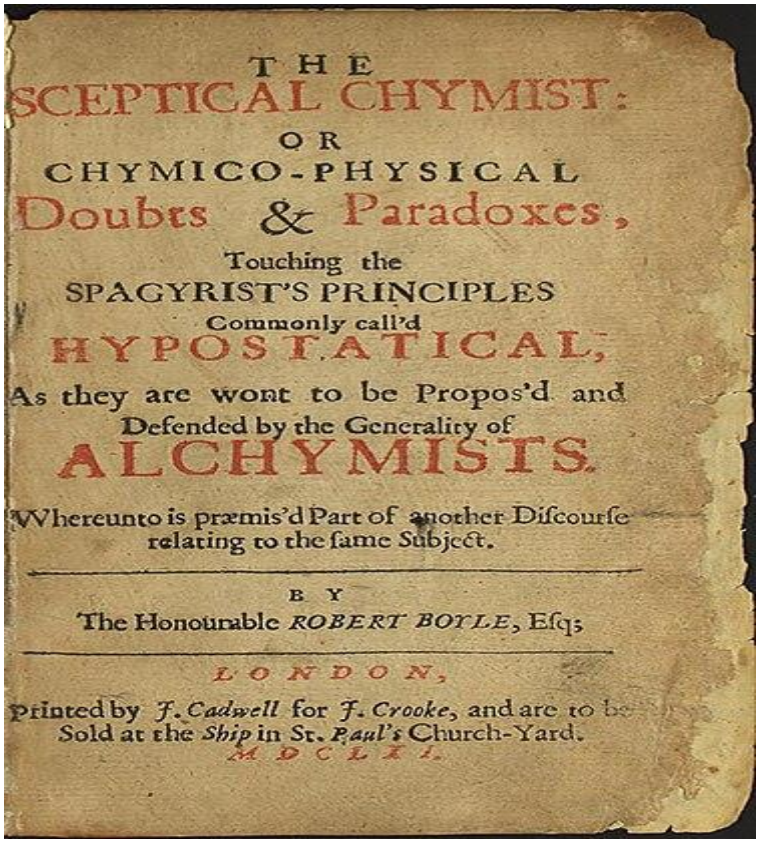
وهي كلها اكتشافات علمية غيرت من نظرتنا للعالم والغريب في الأمر أن نيوتن تمكن من اكتشافها وهو لم يبلغ ربيعه الخامس والعشرون[6] الأمر الذي رفع من مكانته العلمية وجعل منه ودون منازع العالم الأكثر تأثيرا في علوم عصره والعصور اللاحقة.

أما بالنسبة للكمياء فيُعد الإيرلندي **روبرت بويل** (R. Boyle 1627–1691) أشهر الباحثين في هذا المجال حيث ساهم وبشكل كبير في تخليص هذا العلم من شوائب الخيمياء بفضل كتابه الموسوم بعنوان " **الكيميائي المتشكك** " الذي أصدره سنة 1661 م والذي أعاد من خلاله بعث التصور اليوناني القديم لديمقريطس حول النظرية الذرية.

كتاب الكيميائي المتشكك لروبرت بويل

---

[5]- روبرت داونز، كتب غيرت العالم، تر: أمين سلامة، مؤسسة هنداوي للنشر، المملكة المتحدة، ط1، 2017، ص 171.
[6]- المرجع السابق، ص 172.



THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
HYPOSTATICAL,
As they are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
ALCHYMISTS.
Whereunto is præmis'd Part of another Discourse
relating to the same Subject.

BY
The Honourable ROBERT BOYLE, Esq;

LONDON,
Printed by J. Cadwell for J. Crooke, and are to be
Sold at the Ship in St. Paul's Church-Yard.
MDCLXI.

في جانب آخر كان السويدي كارولوس لينوس (carolus Linnæus 1707–1778) المختص في الطب والبيولوجيا يُعيد صياغة تصنيف أرسطو طاليس مع إضفاء الطابع العلمي عليه مع الاعتماد في هذا التصنيف على التركيبة البيولوجية للمخلوق وطبيعة سلوكياته في بيئته وهو الأمر الذي جعل منه نظاما متميزا إلى اليوم.

ج–علوم الإنسان والمجتمع:

يمكن القول إن كتاب نيكولاي ميكيافيلي (N. machiavel 1469–1527) حول السياسة والأمير ورغم سمعته السيئة[7] هو منعرج الفكر البشري في مجال علوم الإنسان والمجتمع، ذلك

[7]- نيكولاي ميكيافيلي، الأمير، تر: أكرم مؤمن، مكتبة ابن سينا، القاهرة، ط1، دون سنة، من مقدمة المترجم ص 3.

لأن ميكيافيلي ومن خلال كتاب الأمير أدرك أن أوربا في القرن الخامس عشر تحتاج إلى نظام سياسي واجتماعي مُختلف يمكنها من الخروج من المرحلة الظلامية التي سادتها في القرون الوسطى، وبالفعل كانت إيطاليا وخاصة فلورنسا هي إحدى معاقل النهضة الأوربية على كل المستويات وخاصة على المستوى الفني والحضاري أي المعماري خاصة. وإذا كان نيكولاي ميكيافيلي قد وضع نقطة بداية نهضة العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية من خلال ضبط الموضوع السياسي وإعادة رسم مفهوم الدولة ونظام الحكم المرتكز على القوة فإن إيمانويل كانط (E. Kant 1724-1804) كان له شرف اختتام العصر الحديث أو ما يسمى بفلسفة الأنوار بالتأسيس لأفكار جديدة لم تألفها علوم الإنسان والمجتمع كالنقد والأخلاق ووضع الدين في حدود العقل، ناهيك عن الفن والميتافيزيقا....إلخ

2- العلوم في الفترة المعاصرة:

المقصود بالفترة المعاصرة هي بداية القرن التاسع عشر ميلادي 1800م وهي فترة بلغت فيها العلوم ذروة تطورها ببلوغها مرحلة التقنية أو التكنولوجيا المتطورة، قد تكون هذه الفترة هي ثمرة ما يسمى بتنامي النزعة الوضعية التي أسس لها عالم الاجتماع الفرنسي أوغست كونت (A. comte 1798-1857) على حساب التفكير الديني اللاهوتي والتفكير الفلسفي الميتافيزيقي؛ وبالحديث عن السبب الذي أدى بالعلوم الوضعية إلى التطور الرهيب في هذه الفترة بالذات فمن الواجب الحديث عن سبب رئيس وعوامل أخرى مساعدة، أما السبب الرئيس فهو إمكانية تطبيق نتائج المعرفة العلمية من خلال الاختراع الذي شكل في الفترة المعاصر نقطة تحول كبير من التطور النظري للمعرفة العلمية إلى التطور التطبيقي الذي يستند إلى الفلسفة البراغماتية كفلسفة معاصرة تأسست فب الولايات المتحدة الأمريكية ساهمت في زرع فكرة التجسيد العملي للأفكار وتطعيمها بمبدأ المنفعة.

كذلك يجب الحديث في الفترة المعاصرة عن الحربين العالميتين الأولى والثانية اللتان كشفتا عن ذروة استغلال الإنسان للمعرفة العلمية ألا وهي الهيمنة على الآخر بامتلاك القوة، هذه الأخيرة تلخصت وبشكل كبير في امتلاك الأسلحة بمختلف أنواعها الأمر الذي وجه المعرفة العلمية إلى واقع جديد لم بألفه العقل البشري من قبل وهو تسخير العلوم كلها لإنتاج السلاح وفرض منطق القوة؛ بهذا الشكل أصبحت الدول تنفق أمولا طائلة في سبيل تطوير الفيزياء

والكيمياء والبيولوجيا والرياضيات وحتى علم الاجتماع وعلم النفس فلم ينجو أي من هذه المجالات وغيرها من الاستغلال والتوظيف ضمن معادلة البقاء للأقوى. من جهة الثالثة وجب الحديث أيضا في هذه الفترة عن العامل الاقتصادي فالرأسمالية الليبيرالية ساهمت وبقدر كبير في تطوير المعرفة العلمية بغرسها لقيم الحرية وتوفيرها للثروة في سبيل تطوير العلوم ومن ثمة وسائل الإنتاج. كل ذلك وغيره من العوامل ساهم في التطور الرهيب للعلوم المعاصرة منذ بدايات القرن التاسع عشر إلى يومنا هذا.

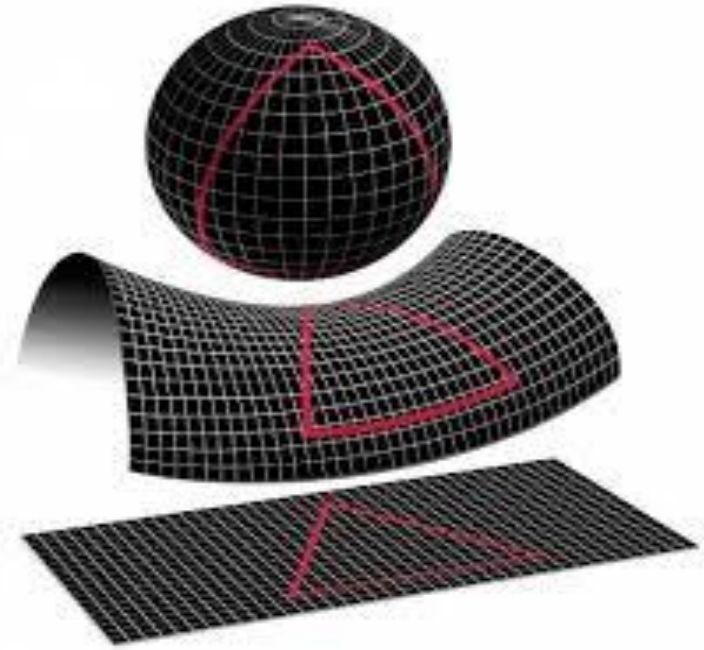
أ- الرياضيات المعاصرة وتجاوز الهندسة الإقليدية:

بدأت الأسس الرياضية المعاصرة في الانهيار بداية القرن التاسع عشر وذلك من خلال نقدها وإبراز عيوب في نسقها المبني على فكرة البداهة والوضوح، فالبديهيات والمسلمات والتعريفات كلها أصبحت أفكارا لا تتسم بالوضوح والبساطة، وأول ما تم إعلان انهياره من النسق الرياضي الكلاسيكي هو الهندسة الإقليدية والذي سرعان ما أضحى له نظير لا يقل عنه تماسكا وعقلانية وقوة، المقصود بالذكر هو الهندسات اللاإقليدية (**géomètre non-Euclidienne**) التي بدأت في بسط نفوذها مع ثلة من علماء الرياضيات المعاصرين أهمهم ثلاثة وهم:

- الروسي نيكولاي لوباتشفسكي (N. Lobatchevski 1792-1856).
- الألماني برنارد ريمان (B. Riemann 1826-1866).
- الألماني جورج كانتور (G. cantor 1845-1918).

وقد ساهم كلهم في هدم النسق الرياضي الكلاسيكي وعلى رأسه الهندسة الإقليدية والتأسيس لنسق جديد مغاير فأصبحت الهندسة لا ترسم على مستوي إقليدي مسطح بالضرورة بل وُجد لها احتمالات كثيرة يمكن اختزالها في المستوي المحدب والمقعر بتعدد نسب التحدب والتقعر وهو الأمر الذي جعل من اليقين الرياضي نسبي وليس مطلق فانهارت بذلك حتى التعريفات وتصورات المكان والأشكال الهندسية الشهيرة*.

الهندسات اللاإقليدية[8]



أما جورج كانتور فقد أسس نظرية المجموعات الحديثة والتي مكنت من تصويب عديد الأفكار الرياضية البالية وأهمها على الإطلاق فكرة المجموعات اللامتناهية وفكرة التقابل لإضافة إلى فكرة الأعداد الحقيقية الأوسع من الأعداد الطبيعية كما كان يُعتقد.

---

*- أُنظر محاضرة الدكتورة سامية مرابطين، **عيوب الهندسة الإقليدية وظهور الهندسات المعاصرة**، على الرابط التالي: المحاضرة الثالثة: ظهور الأنساق اللاإقليدية(univ-setif2.dz) :، تاريخ التصفح 2024/04/01.

[8]- المرجع نفسه.

ب- علوم المادة:

شهد القرن العشرون واحدة من أعظم الظواهر العلمية على مستوى تاريخ الفكر البشري، والمقصود بالذكر الفيزيائي آلبرت أينشتاين (A. Einstein 1879-1955) إذ تعتبر نظريته حول النسبية أرقى الأفكار العلمية على الإطلاق كونها تمكنت من تحطيم التصور الكلاسيكي للفيزياء كما وضعها نيوتن، فنظرية النسبية الخاصة حسب أينشتاين ترى أن مفاهيم الزمن والمكان التي استندت إليها الفيزياء الكلاسيكية غير صحيحة وأطروحة نيوتن عن الحركة لا تكون صحيحة إلا إذا كانت حركة بسيطة أي صغيرة جدا بالنسبة لسرعة الضوء أما إذا زادت سرعة الجسم واقتربت من سرعة الضوء فستكون حتما خاطئة[9] وبهذا الشكل أصبحت كل المفاهيم الفيزيائية ترتبط بالمرجعية التي جعلت منها نسبية غير ثابتة ولا مطلقة. ولم يتوقف تطور الفيزياء عند هذا الحد ففي سنة 1927م شهدت الفيزياء ميلاد ما يسمى بميكانيكا الكم (mécanique quantique) أو فيزياء الكم وهي نظرية تقوم على مبدأ الشك أو الارتياب حيث تؤكد أنه لا يمكننا تحديد موضع الجسيم المتناهي في الصغر وقياس سرعته آنيا وبدقة متناهية كما هو الحال مع الأجسام الكبرى[10]؛ تبعا لذلك وجب التمييز بين الماكروفيزياء التي تقوم على اليقين وإمكانية التنبؤ الدقيق والميكروفيزياء التي تقوم على الشك والارتيابات أي مبدأ اللاتعيين الذي يؤكد عدم إمكانية تعيين المكان المستقبلي للجزي وهو الأمر الذي يحطم مبدأ الحتمية الأرسطي ويطرح عوضا له مبدأ اللاحتمية أو اللاتعيين وقد دافع الكثير من

---

[9]- عبد الهادي محمد حمدان البرغوثي، تطور مفاهيم الفيزياء المعاصرة، جامعة أم القرى، مكة، ط1، 2020، ص 17.
[10]- المرجع نفسه، ص 122.

العلماء عن هذا الطرح أمثال ماكس بلانك، ديراك ويوجين ويغنر أما أشهرهم فقد كان النمساوي إروين شرودنغر.

أما بخصوص الكيمياء فقد ساهم لويس باستور (L. pasteur 1822-1895) في تطوير علم الكيمياء وعلى سبيل المثال لا الحصر ساهم باستور في اختراع طريقة للقضاء على البكتيريا عن طريق غلي السائل ثم تبريده وهو ما يُعرف بالبسترة، كما كان له الفضل في اكتشاف لقاح ضد مرض الكوليرا ثم وفي سنة 1882م ذاع صيته باكتشافه لُقاح داء الكلب؛ وقد ساهم الزوجان بيير وماري كوري (P et M. curie) في تطوير الكيمياء المعاصر عن طريق عديد الاكتشافات العلمية أشهرها اكتشافهما للراديوم (Radium)[11].

تمثال ماري كوري في جامعة ماري كوري سكوودوفسكا في لوبلين ببولندا.

تجارب ماري كوري أثناء اكتشافها للراديوم (Radium / RA88)

[11] - https://www.ibelieveinsci.com, تاريخ التصفح 2024/04/02