جائزة نوبل والميكانيكيات الموجية

الامير ده برولي الفرنسي الشاب ينالها

ملخصة عن مقال لاحب الدوق ده برولي عضو اكادمية العلوم بباريس

علم الميكانيكيات في نظر العامة يتناول الآلات وعملها . ولكنهُ في معناهُ العلمي الصميم فرع من فروع المعرفة غايتهُ تحقيق حركة الاجسام حين تسطو عليها قوى خارجية تحركها. قد توهمك المجلدات الضخمة التي تنطوي صفحاتها على المعادلات والمباحث التي تبسط لك مبادىء هذا العلم انهُ يشبه الرياضيات المجردة كالهندسة والجبر في دقته وتطبيق المنطق الرياضي على مقدماته ومستنتجاته . والحقيقة انهُ ليس كذلك . اذ يتعذر على علم الميكانيكيات ان ينبئ بالنواميس التي تتطبق على القوة والحركة من غير تجربة او امتحان . اي يتعذر على العالم به أن يستنتجها استنتاجاً كما يفعل في الارقام والمعادلات الحسابية والجبرية. وهذه الحقيقة تعلل تأخر علم الميكانيكيات عن مجاراة غيره من العلوم الدقيقة في ميدان الارتقاء

ولا يتسع المجال في هذا المقال الموجز لتبيان نشأة المبادئ التي بني عليها صرح الميكانيكيات القديم من اربعة قرون . ولكن يجب الا ننسى ان هذه المبادىء لم تكن الا تعميمات مبنية على الملاحظات والمقاييس المختلفة وانها لذلك عرضة للتنقيح والتغيير ، اذا قضى بها اتساع معارفنا واتجاهها في اتجاهات علمية جديدة

وليس مذهب اينشتين والميكانيكيات الموجية الجديدة الا مثالين بارزين لهذا التنقيح الذي حملنا ارتقاء العلوم الطبيعية على اجرائه في المبادىء التي يقوم عليها علم القوة والحركة

اما الحقائق الطبيعية الجديدة التي تثير اعظم جانب من الدهشة والحيرة فهي التي نجمت عن مباحث بلانك اولاً واينشتين ثانياً في « مقادير » النور . فلما تمكن العلماء من التعمق في درس اشعة اكس وطبيعة امواجها اعترفوا ان مذهب الكوتم (المقدار) مذهب اساسي في علم الطبيعة . ولكن اعترافهم هذا اوقعهم حينئذ موقف حيرة واضطراب فكتبتُ سنة ١٩٢٢ : « ان الذرات السلبية التي لها سرعة معينة تحمل في طياتها شيئاً يسمح لنا ان نعين فيها بعضاً موجيًّا . مع ان اشعة اكس الموجية تحمل شيئاً يظهر في شكل من القوة خاص بالذرة دون غيرها » . [واذا حوّلنا هذه العبارة السلبية الى كلام عادي مفهوم قلنا ان الذرات تتصرف احياناً كالامواج وان الامواج تتصرف احياناً كذرّات — المقتطف]

الدوق موريس ده برولي
أخو البرنس لويس وعضو اكادمية العلوم بباريس
متحف فيرايز ١٩٣٠

البرنس لويس ده برولي
نائل جائزة نوبل للطبيعيات عن سنة ١٩٢٩

امام الصفحة ١٩٥

ولكن هذا التناقض كان حينئذٍ سرًّا لا يدرك كنهه فختمت مقالتي بقولي : « ان طبيعيات الاشعاع ، لاتخضع اليوم لاية محاولة يقصد بها تركيبها تركيباً علميًّا »

« فالميكانيكيات الموجية » حققت لنا هذا التركيب العلمي الذي كنا نراه مستحيلاً سنة ١٩٢٢ . فلننظر قليلاً الى الطريقتين المعروفتين اللتين تستطيع قوة من القوى ان تؤثر بهما في جسم بعيد عنها . ولنتصور اولاً تياراً من المقذوفات منطلقاً من مصدر قوة في جهة معينة . فهذه المقذوفات ، جرياً على قواعد الميكانيكيات القديمة يجب ان تتحرك في خطوط مستقيمة حركة متسقة . فاذا اصابت جداراً قائماً في طريقها فيه ثقب ، تخطته المقذوفات التي تقع خطوط سيرها في ثقب الجدار متابعة سيرها في خط مستقيم حتى تصل الى هدفها فتحدث فيه ثقباً مماثلاً لثقب الجدار . واما المقذوفات الاخرى فانها تصطدم بالجدار وتثقب عنده أو ترتد عنه

وعلى الضد من ذلك لنفرض ان من المصدر نفسه ينطلق اضطراب يستطيع ان ينتقل كما تنتقل الامواج في بركة من الماء عند رمي حجر فيها ، فالذي يحدث هنا يختلف كل الاختلاف عما يحدث حين انطلاق المقذوفات المادية الدقيقة المذكورة آنفاً . ان موجة الاضطراب تسير نحو الهدف فيمر جانب منها في ثقب الجدار حين الاصطدام به وبعد مروره يحدث في جانبه الآخر سلسلة اخرى من الامواج المتابعة حتى تصل الى الهدف. ويعلم الطبيعيون ان في الاحوال الموافقة ترتسم حلقات متمركزة على الهدف اذا كان ستاراً، يستطاع تعيين مواقعها وبُعد احداها عن الاخرى بالحساب

***

لنرجع الآن الى الميكانيكيات الموجية . فمن الطبيعي اننا لا نستطيع ان نوضح للقارئ مذهباً علميًّا جديداً مجرداً يستند الى مذهب ايتشين في النسبية العامة وكان من اثر ظهوره حمل العلماء على القيام بادق المباحث الرياضية المجردة . ولكن ما يستطاع قوله في كلمتين هو هنا : انه مذهب يقرب ويجمع بين المبادئ الاساسية التي تقوم عليها طبيعة النور وطبيعة المادة وهما المادتان الاساسيتان في كل بحث علمي عملي . فهو يحسب كل ذرة مادية مقذوفة دقيقة ترشدها في حركتها « موجة مرشدة » . وانتقال هذه الموجة في الفضاء يعين السير الذي تتبعه المقذوفة في انطلاقها . وهكذا نرى ان حركة كل جسم لها وجهتان — وجهة انطلاقه كمقذوفة ووجهة انتقاله كموجة

فلنأخذ الآن ثلاثة امثلة لايضاح ما تقدم

الاول كرة مدفع وزنها مئات من الكيلوغرامات . والثاني : كهرب لايزيد جرمه على

جزئين من الى جزء من جوهر الهدروجين وهو اخف الجواهر المعروفة. والثالث جوهر من النور (الفوتون) وهو لا يزال في حيز النظر العلمي

اما الكرة فترشحها في الحقيقة موجة ولكن هذه الموجة لصغرها تسمح للمقذوفة في الخضوع لقوانين الميكانيكيات القديمة في انطلاقها من غيران يظهر اي اثر للموجة في حركتها.

اما الكهرب الذي ينطلق بسرعة عظيمة يستمدها من ضغط كهربائي عالٍ فيماثل موجة طولها كطول موجة من اشعة اكس . هو مقذوفة مادية دقيقة ولكن لهُ صفات الموجة في آن واحد . ومن مظاهر صفاتهِ الموجية خضوعهُ لناموس التفرّق في احوال معينة

اما جوهر النور او الفوتون فهو مقذوفة فقدت كل صفاتها كمقذوفة مادية تقريباً (الا في فعلها النوري الكهربائي الذي يثبت انها تعمل كفعل الذرات المادية) واصبحت واكثر صفاتها موجية

فالكهرب المتحرك هو الذي يمثل المذهب الجديد اوضح تمثيل . لان حركتهُ بحسب الميكانيكيات القديمة يجب ان تتبع النواميس التي تخضع لها المقذوفات المادية ولكنهُ خاضع كذلك للميكانيكيات الموجية ويتصف بصفات تجعلهُ قريباً من موجة من النور

***

ولقد اشار البرنس دي برولي — نائل جائزة نوبل للطبيعيات هذه السنة — الى هذه النتائج في مذكرتهِ التي قدمها الى اكاديمية العلوم بباريس في خريف سنة ١٩٢٣ ولكنها لم تثبت بالامتحان الا بعد انقضاء اربع سنوات عليها . ذلك ان عالمين اميركيين دافسن وجرمر[١] ايّداها من غير ان يقصدا . كانا يجهلان مذهب دي برولي الجديد وكانا يبحثان عن ظاهرة طبيعية اخرى فمرّا على ظاهرات جديدة ادهشت الذين اطلعوا عليها وحيّرتهم حتى رأوا تعليلاً لها بمبادئ الميكانيكيات الموجية

وقد تقلبت الاحوال على هذا المذهب الجديد من ساعة صدوره بين رفع وخفض ونقد وتأييد . حتى الاستاذ لورنتز العالم الطبيعي الكبير المشهور بركنهِ لم يرَ لهُ مستقبلاً . مع ان اينشتين ادرك في الحال فائدتهُ . ثم انقضت سنة او سنتان قبلما اخرج الاستاذان هيزنبرج وشرويدنجر[٢] مذهبهما الجديد في بناء الجوهر الموجي[٢] فبناياه على اعتبارات مؤسسة على المعادلات والاستنتاجات التي يحتوي عليها مذهب دي برولي . فصار لامندوحة من اعتراف العلماء بان تحت هذا المظهر الرياضي الصعب بحتهِ معنى طبيعي عظيم. ثم ظهرت في اميركا نتائج الامتحانات العملية التي ايدتهُ سنة ١٩٢٧

(١) راجع مقتطف ابريل ١٩٢٩ صفحة ٣٦٦—٣٧٠ (٢) راجع مقتطف اكتوبر ١٩٢٨ صفحة ١٢٦