كشف الإتصال الخفيّ بين العدد pi ونموذج بور للهيدروجين



www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

الإتجاه الخفي، التجميع معاً pi مع نموذج بور للهدروجين.

رُصِدتْ صيغة **pi** قبل حوالي 400 عام في معادلة ميكانيكا الكم للمستويات الطاقيّة لذرة الهيدروجين، حسب الباحثون في الولايات المتحدة.

استخرجها الرياضي الإنكليزي جون واليس **John Wallis** عام 1655، حسبت الصيغة الأصلية العدد **pi** بوصفه نتاجاً لسلسلةٍ لانهائيةٍ من النّسب، وهي الآن تظهر من حل نموذج ذرّة الهيدروجين للفيزيائي نيلز بور **Niels Bohr**، في أوائل القرن العشرين والتي تعلّمها معظم الفيزيائيين الناشئين.

صمّمَ الفيزيائي كارل هاغن **Carl Hagen** من جامعة روشستر المسائل الوظيفية لصفٍّ تخرجه في ميكانيكا الكم عندما أسرت اهتمامه ممارسةٌ معينةٌ لذرة الهيدروجين، وقد شكلت تحولاً في نموذج بور لذرة الهيدروجين، الذي يعتبر الذرة مثل الكترونٍ يدور حول نقطةٍ تشبه نواةً موجبةً في حلقةٍ. في حين أنّ نموذج بور لا يصف الذرة وصفاً دقيقاً قريباً بما فيه الكفاية للشيء الحقيقي في عدة حالاتٍ. وخصوصاً عند تدريس الفيزياء، لأنها واحدة من الأنظمة القليلة التي يمكن حلها بشكلٍ تحليلي عن طريق معادلة شرودنغر، وهذا يجعلها تُحل بشكلٍ دقيقٍ بدلاً من حلولٍ تقريبيةٍ أو استخدام برامج الحاسوب.

التنوعات الوظيفية

بدلاً من حلّ مشكلة نموذج بور، طبّقَ هاغن "مبدأ التباين" (**variational principle**)، وهي تقنية مخصصة عادةً لأنظمة ميكانيكا الكم التقريبية التي لا تَحُلُّ بشكل تحليلي عن طريق معادلة شرودنغر. تتضمن التقنية عمل تخمين مبني على الدالة الموجية للهيدروجين وثم أخذ التخمين الأمثل. وجد هاغن أن العزم الزاوي المداري للذرة يزداد، والطاقات المسموحة المتوقعة أن تصلها الذرة تقترب وبشكلٍ تدريجي تساوي طاقات الهيدروجين المحسوبة تحليلياً.

في الحقيقة لاحظ هاغن أنّ الخطأ لمنهج التباين حوالي 15% لأدنى سوية طاقية للهيدروجين و 10% لأول سوية طاقية مُثارة، مع الحفاظ على تناقص السويات المثارة بشكل متصاعد أكثر، كان هذا غير اعتيادي لأن منهج التباين يعمل بشكلٍ اعتياديٍ بشكلٍ أفضل للتقريبات في المستويات الطاقية الأدنى.

الصيغة الخفية

تحوّل هاغن إلى زميلته الرياضية الأستاذة تمار فريدمان **Tamar Friedmann** التي وجدت أنك تستطيع اشتقاق منتج واليس اللانهائي من نسبة الطاقات التقريبية إلى الطاقات الدقيقة، أشارت فريدمان كيف أنه من غير المتوقع لصيغة رياضية عمرها قرون أن تُشتق بطرائق مختلفة كلياً وهي تكمن في المسائل الأساسية لميكانيكا الكم، نشرت صيغة السلاسل اللانهائية الأصلية ل واليس في 1655 في كتابه **Arithmetica infinitorum**، وتسبق ابتكار نيوتن للتفاضل والتكامل، حيث ظهرت عندما كان يحاول ربط مساحة المربع بالدائرة المرسومة في داخله.

قالت فريدمان: "لم يملك واليس إمكانية معرفة السلوك الذي ستظهره ذرة الهيدروجين لأنه لم يكن أحداً يعرف عن ذرة الهيدروجين" وأضافت فريدمان: في حين وُجدت الصيغة منذ أن طور بور نموذجه عام 1913 ،ربما تمت ملاحظة الزوج الأول بفضل خبرتهم المتعددة التخصصات، وتشير نتائجهم أن المزيد من الصيغ الرياضية تجلس بانتظار أنظمةٍ أخرى تبدو مدروسةً بشكلٍ جيدٍ.

Pi الكوني

قال درو ميلسوم **Drew Milsom** فيزيائي في جامعة أريزونا : "لستُ متفاجئاً أن **pi** هناك، إنه في كل مكان" في حين يبدو الظهور الأكثر وضوحاً لـ **pi** في نسبة محيط الدائرة إلى قطرها، يذكر ميلسوم مثالاً آخراً للدراسات المحتملة المعروفة بـ "مشكلة إبرة بوفون" (**Buffon's needle problem**) التي وجدت أن احتمالية سقوط عود الثقاب بين خطين يرتبط بـ **pi**.

يقول ميلسوم: "ما هو الأكثر إثارةً للدهشة أن هاغن وفريدمان قررا استخدام مبدأ التباين وفعلياً معروفة بصيغة واليس التي تشكل غموضاً لمعظم الفيزيائيين."

من غير المستغرب في النهاية أن تظهر صيغة **pi** في حل ميكانيكا الكم، لأن فريدمان تشير بنفسها إلى أن الصيغ الرياضية تظهر في كل وقتٍ في الفيزياء، وتضيف أنّ العثور على رابطٍ هو مظهرٌ من مظاهر الإتصال الأساسي بين الرياضيات والفيزياء، لكن هناك شيء أعمق قليلاً والارتباط الجوهري بينهما ما زال مجهولاً.

يقول فريدمان: "بمجرد أن ترى ذلك، إنه واضحٌ وجميلٌ وتستطيع فهمه، حتى إذا لم تكن قادراً على استخلاصِ ذلك" ويضيف أنه يمكن الآن تدريسها لطلاب الجامعات. قالت فريدمان: "المسائل الفيزيائية تلهم أسئلةً في الرياضيات والعكس بالعكس، والرياضيات هي اللغة التي تصف الفيزياء وتعلم الشخص أن يساعد في إثراء الآخر"

البحث مشروحٌ في مجلة الفيزياء الرياضية.

عن المؤلف

صوفيا تشن **Sophia Chen** كاتبة علوم ومقرها تكسون في أريزونا.

- التاريخ: 2016-09-13
- التصنيف: فيزياء

#ميكانيكا الكم #الرياضيات #نموذج بور #العدد Pi

المصادر

- physicsworld
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - فارس دعبول
- مُراجعة
  - نداء البابطين
- تحرير
  - أنس عبود
- تصميم
  - أمير علي
- نشر
  - مي الشاهد