



إصدار 1994

إصدار 2020

استعراضٌ لكتاب

ميكانيك الكمّ الحديث

Modern Quantum Mechanics

لفاينمان ومترجمات بيل. يضمّ الكتاب في طبعته الثالثة ثمانية فصول مع ستة ملاحق، حيث يعرض الفصل الأول والثاني المفاهيم الأساسية والديناميك الكومي على الترتيب، ثم ينتقل في الفصل الثالث إلى مناقشة نظرية الزخم الزاوي، ويقدم في الفصلين الرابع والخامس مبادئ التناظر والطرق التقريبية في ميكانيك الكمّ، ثم تأتي نظرية التبعثر في الفصل السادس، تليها مقدّمة للميكانيك الإحصائي من خلال مناقشة الجسيمات المتماثلة في الفصل السابع، وينتهي الكتاب بمقدّمة إلى ميكانيك الكمّ النسبوي في الفصل الثامن. أمّا الملاحق فيمكن اعتبارها مراجع يمكن العودة لها عند الحاجة تتضمن الواحدات الكهرمغناطيسية، وحلول معادلة شرودينغر الموجية، والتابع الهاملتوني لشحنة ضمن حقل كهرومغناطيسي، وبعض البراهين التقنيّة في الزخم الزاوي وكيفية إيجاد معاملات كليش-غوردان، وأخيراً موجزاً في التحليل العقدي.

ينجح الكتاب بشكل لافت في أهدافه، ويبدو هذا جلياً في فصوله الأولى، فبعد مناقشة وجيزة لتجربة شتيرن-غيرلاخ لأغراض مفاهيمية، ينتقل ساكوراي مباشرة إلى صياغة فضاء هيلبرت المجرّدة لميكانيك الكم باستخدام تدوين ديراك (رمز البرا $|\cdot\rangle$ والكت $\langle\cdot|$ المشتقان من كلمة bracket)،

كتاب دراسي مرجعي، يُعرّف غالباً بكتاب ساكوراي، قام في الأصل بتحريره سان فو تون من جامعة هاواي بالتعاون والمشورة من عدد من الفيزيائيين الآخرين عام 1985، إذ توفي الفيزيائي النظري الشهير يون جون ساكوراي عام 1982 في مختبر سيرن قبل أن يتمكن من إنهاء مخطوطة غير مكتملة لكتاب مدرسي عن ميكانيكا الكم مصمم لطلاب السنة الأولى من الدراسات العليا في الفيزياء، الذين استوعبوا أساسيات ميكانيك الكمّ الموجي في دراستهم الأولى. نشرت دور بنجامين كامينغز الطبعة الأولى، ثم طبعت نسخة منقّحة من قبل أديسون ويسلي عام 1994، قبل أن يقوم جيم نابوليتانو من جامعة تيمبل - الحائز جائزة الـ Breakthrough في العلوم الأساسية 2016- بتحديث الكتاب لتصدر الطبعة الثانية عام 2010، وأعيد إصدارها ككتاب إلكتروني من قبل جامعة كامبريدج، التي أصدرت طبعة ثالثة في عام 2020.

تمثّل هدف ساكوراي في تأليف كتاب آخر في مجال ميكانيك الكمّ في تقديم "عرض واضح يركّز على المفاهيم الأساسية"، مع الاهتمام بالتطورات التجريبية أو النظرية الحديثة من أمثال مقياس التداخل النوروني وتكامل المسارات

أوجد فريق تعاون دولي يقوده باحثون من معهد نيلز بوهر (NBI) نهجًا بديلاً وذلك باستخدام الضجيج من أجل معالجة المعلومات الكمومية، مما يزيد من أداء الوحدة الأساسية في الحوسبة الكمومية، وهي الكيوبت، بنسبة 700٪، ونُشرت هذه النتائج في مجلة Nature Communications.

"في الحقيقة، من المُحال تجنّب الضجيج في النظم الكمومية، لأن أيّ تغيير في البيئة المُحيطة -كأن تتغير بشكلٍ طفيف قيم الحقول الكهربائية والمغناطيسية المكتتفة- يمكن أن يُفسد الأمور". يكمل فابريزيو بيرينا أحد أعضاء الفريق قائلاً: "تكمّن فكرتنا في مراقبة الضجيج وتعديل المنظومة وفقاً لتغييرات الضجيج، ولكن ما صار ممكناً الآن ولم يكن ممكناً سابقاً هو الحصول على القياسات -باستخدام تقانات صيف البوابات القابلة للبرمجة حقلياً FPGA -والقيام بالتحليل- بمساعدة تعلم الآلة- في المعالج الدقيق نفسه الذي يقوم بتعديل ضبط المنظومة في الزمن الحقيقي، وإلا لن تكون منظومة الجهاز سريعة بما فيه الكفاية من أجل تطبيقات الحوسبة الكمومية". على خلاف البت ذي الحالتين الممكنتين يمكن للكيوبت أن يكون في حالة تركيب خطي لبتات، وتزداد المعلومات التي يتضمّنها بزيادة الخصائص الكمومية التي نتحكّم بها، وفي حالة الدراسة المنشورة يتضمّن الكيوبت إلكترونيين في حالتَي سبين أحادي S وثلاثي T_0 متشابهين كمومياً، وتُعتبر هذه التقنية واعدة قد تسمح خلال عقدٍ بتحقيق عمليّ لحاسوب كمومي. مرجع

وتقدّم مناقشة مُرضية جداً للتحويلات الواحديّة وصور ميكانيك الكم (شرودينغر إزاء هايزنبرغ، ولاحقاً صورة ديراك عند إدخال التأثيرات). ويستمرّ وضوح العرض في الفصول اللاحقة، حيث تورّد خواصّ الزمرتين $SU(2)$ و $SU(3)$ بشكلٍ طبيعيّ عند مناقشة الدورانات ونظريّة الزخم الزاوي، بينما يخصّص قسمٌ كبير من المناقشة -عند دراسة مبادئ التناظر- للتناظرات المتقطّعة عن الشفعية وقرن الشحنة وقلب الزمن. يتمّ تقديم متسلسلة دايسون لتوضيح نظريّة الاضطراب المعتمدة على الزمن، بينما تُعرض معادلة ليمان-شفينغر مع تقريب بورن بشكلٍ واضح أثناء مناقشة التبعثر. وأخيراً هناك أيضاً تحليلٌ لنظريّة داليّ الكثافة DFT والاستكام الثاني، تلحقها معادلات كلاين-غوردون وديراك. من المتوقّع أن يكون القارئ على دراية بحلول معادلة شرودينغر الموجية في سياقات مختلفة، ولكن ساكوراوي يستخدم تكراراً أمثلةً فيزيائيةً ملموسة ويقصر الرياضيات على "الصياغة والشكل" دون "التجرّد والصرامة"، ويتبع كلّ فصل بمجموعة كبيرة من المسائل المختارة بعناية. بالرغم من غياب بعض المواضيع المهمّة مثل تكمية الحقل الكهرمغناطيسي، وجداول يونغ في الطبعة الأحدث (موجودة في الإصدار الأوّل والمنفّح)، يقوم هذا الكتاب المدرسي بعمل ممتاز في معالجة أساسيات ميكانيكا الكم بشكلٍ شامل وموثوق ولكن مُختصر وبعيدٍ عن الحشو، ما يجعله مناسباً للطلاب وبشكل خاص للذين يرغبون في المشاركة في الأبحاث التجريبية والنظرية المتطورة.

الحوسبة الكمومية والضجيج

يعمل العلماء في جميع أنحاء العالم بجدّ لتنقية النظم الكمومية من الضجيج -ولا نعني بذلك ضجيجاً صوتياً بالمعنى الحرفي للكلمة بل أيّ اضطراب يطرأ على المنظومة مثل تراوحت كمومية كهرمغناطيسية- الذي يحدّ من وظائف الأجهزة الكمومية القوية المتوقّعة في المستقبل. ولكن بخلاف ذلك،

