جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

كيمياء الكم
المرحلة الرابعة

محاضرة
أصول ميكانيك الكم

م .د.اسيا اكبر توفيق
asya.akbar@tu.edu.iq

أصول ميكانيك الكم

الكم والاطياف/ المرحلة الرابعة

الكم

أصول ميكانيك الكم
الإخفاقات في الفيزياء الكلاسيكية
اشعاع الجسم الأسود
السعات الحرارية
الظاهرة الكهروضوئية
الطيف الذري والجزيئي
تطور مفهوم الذرة
معادلة شرودنكر
تفسير بورن للدالة الموجية
مبادئ ميكانيك الكم
مبدأ عدم الدقة
تطبيقات ميكانيك الكم
الحركة الانتقالية (جسيم في صندوق)
الحركة الدورانية (جسيم على حلقة)
الحركة الاهتزازية (المهتز التوافقي)

الاطياف

مقدمة في الطيف
طيف الاشعة الكهرومغناطيسية
مطيافية الموجة الصغرى
مطيافية الاشعة تحت الحمراء
أطياف رامان
الاطياف الالكترونية
الرنين النووي المغناطيسي

بدأت قصة نظرية الكم عام 1900م، حين قدَّم عالِم الفيرياء الألماني ماكس بلانك لأول مرَّة، تفسيراً حول طبيعة الضوء الصادر من الذرات التي تُشكِّل كل شيء في عالمنا الكبير بما فيه أنفسنا. لقد أدرك، بطريقة ما، أن الطبيعة في أعمق أعماقها تصنع قفزات ليس بينها شيء! فالذرات لا تتحرَّك بشكل متصل، بل تتحرَّك بكميات منفصلة فقط، مثل المصعد الذي يتوقف عند أدوار معيَّنة. فلا يمكنك مثلاً التوقف عند الطابق الثالث والنصف أو الخامس والربع. هناك فقط أرقام محدَّدة يمكنك الوقوف عندها.

تعريف الكم في الكيمياء

تعريف الكم في الكيمياء نظرية الكم أو كيمياء الكم (Quantum chemistry) هي فرع أساسي من الكيمياء النظرية ذات التعقيد والصعوبة. تهتم بدراسة سلوك الجزيئات والذرات أثناء التفاعل، والمختصة بدراسة الأجسام الغير المرئية " دون الذرة". يرجع سبب تسميتها بنظرية الكم لارتباطها بالأعداد الكمية، وهي عبارة عن نتائج رياضية، تحدد أشكال وأحجام المستويات الإلكترونية. صنف العلماء هذه النظرية على أنها جزء من الكيمياء الحاسوبية، ويتم احتسابها بواسطة أجهزة الحاسب الآلي. نتج عنها تنبؤات نظرية تقوم على دراسة الذرات والجزيئات والتي عادةً تمتلك طاقات متباعدة

نظرية ميكانيكا الكم والفيزياء الكلاسيكية

نظرية الكم (أو فيزياء الكم) أو ما يُشار إليه عادةً بميكانيكا الكم هي جزء من الفيزياء، وتحديداً الفيزياء الحديثة، وهي النظرية التي تهتم بدراسة سلوك المادة والضوء في المستوى الذري والدون ذري (أي بأبعاد تُقاس بالنانومتر على الأكثر، حيث إن النانومتر الواحد يساوي($1*10^{-9}$ متر). تحاول ميكانيكا الكم تفسير سلوك الذرة ومكوّناتها الأساسية (مثل البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات)

الفيزياء الكلاسيكية تهتم بدراسة العديد من الأمور منها الميكانيكا، وفي الميكانيكا تهتم الفيزياء في تحديد موقع الجسم بدقة، بالإضافة إلى تحديد زخمه، والزخم هو تعبير عن مقدار الحركة، وهو خاصيّة خاصة بالأجسام فقط (أي إنه لا يمكن للموجات أن تمتلك زخماً) وهذا الأمر ممكنٌ في الفيزياء الكلاسيكية، وهو يزودنا بمعلومات عن الأنظمة الفيزيائية في الحاضر والمستقبل وحتى في الماضي (مثل معرفتنا لموعد اقتراب مذنب هالي من كوكب الأرض). هذا الأمر غير ممكن في ميكانيكا الكم لأنه ليس من الممكن تحديد موقع الجسيمات الذرية ودون الذرية بدقة عالية مع زخمها بالوقت نفسه؛ الأمر الذي سوف يمنع التنبؤ بسلوك الجسم. عدم القدرة على تحديد خصائص النظام الكمي بدقة هو ليس إلا بسبب طبيعة السلوك الغريب الموجود في العالم الكمي.

الحاجة إلى نظرية الكم برزت من عجز الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير بعض الظواهر، وكان من أبرز هذه الظواهر إشعاع الجسم الأسود، والظاهرة الكهروضوئية، وتأثير كومبتون، بالإضافة إلى خطوط الانبعاث لذرة الهيدروجين. الحاجة لتفسير هذه الظواهر وغيرها ولدت ميكانيكا الكم، وميكانيكا الكم بدورها ولّدت تفسيراً للعديد من الظواهر الأخرى الأكثر تعقيداً والتي لربما لم نكن لنتمكن من ملاحظتها لولا ظهور ميكانيكا الكم في الأساس.

بعض الأفكار الأساسية في ميكانيكا الكم

يوجد العديد من الأفكار المهمة والأساسية جداً في ميكانيكا الكم، والتي يقوم عليها هذا العلم

1- الطاقة : تأتي على شكل حزم منفصلة تُعرف بالكمّات ولا يمكن أن تأتي على شكل حزمة متّصلة. هذا الأمر هو الذي توصل إليه العالم ماكس بلانك عندما قام بحل مشكلة فوق البنفسجية المتعلقة بتفسير منحنى الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الجسم الأسود، حيث كان حل هذه المشكلة في فكرة ماكس بلانك في تكميم الطاقة.

2- مبدأ عدم التحديد The Uncertainty Principle:وهو المبدأ الذي يخبرنا بعدم مقدرتنا على تحديد موقع الجسيم وزخمه بدقة عالية بشكلٍ متزامن (أيضاً يمكن تطبيقه على الطاقة وعلى الزمن، إذ إنه لا يمكن تحديد طاقة النظام بدقة وكم من الوقت سوف يبقى محتفظاً بهذه الطاقة).

3- ازدواجية موجة - جسيم : هي مفهوم في ميكانيكا الكم وفيه يمكن وصف كل جسيم أو كلية كمومية إما بجسيم أو بموجة.

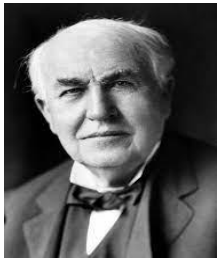
Isaac Newton

إسحاق نيوتن

صاغ قوانين الحركة
وقانون الجذب العام

Thomas Edison

توماس إديسون



اخترع المصباح
الكهربائي المتوهج

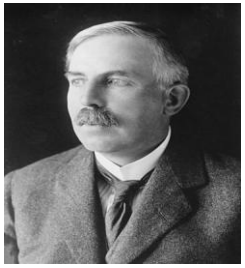
Joseph John Thomson

جوزيف جون طومسون

اكتشفه اللإلكترون
عام 1897

Ernest Rutherford

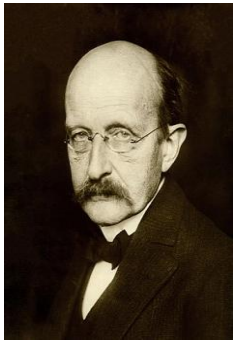
إرنست رذرفورد



اكتشف نواة الذرة

Max Planck

ماكس پلانك



مؤسس نظرية الكم

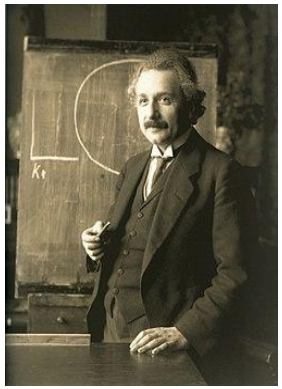
Niels Bohr

نيلز بور

أسهم في صياغة نماذج لفهم
البنية الذرية إضافة
إلى ميكانيكا الكم

Albert Einstein

ألبرت أينشتاين



اقترح أنَّ الضوء مكون
من كميات من الطاقة
المحددة تُدعى الفوتونات
أو الكم

Louis de Broglie

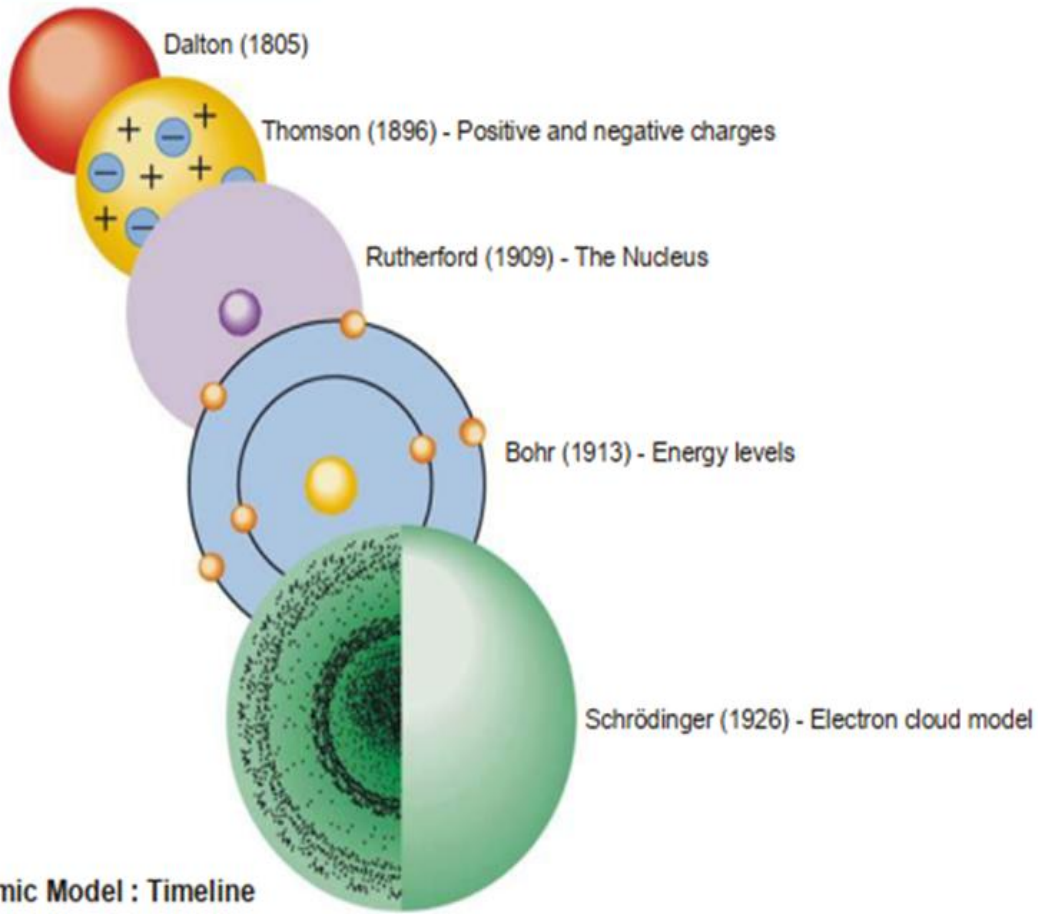
لويس دي بروي

افتراض طبيعة الإلكترون
الموجية الجسيمية
(ازدواجية موجة-جسيم)

Erwin Schrödinger

إرفين شرودنغر

معادلة شردنجر


Dalton (1805)
Thomson (1896) - Positive and negative charges
Rutherford (1909) - The Nucleus
Bohr (1913) - Energy levels
Schrödinger (1926) - Electron cloud model
Atomic Model : Timeline