تحكم غير مسبوق في حركة الالكترونات

المحرر

2011-09-27

للمرة الأولى، استطاع فيزيائيون من جامعة الملك سعود في الرياض بالتعاون مع باحثين من معهد ماكس بلانك للبصريات الكمية وجامعة LMU في ميونخ، من توليد نبضات ضوئية "بيضاء". وهم قادرون على التحكم في مجلاتها ضمن زمن أقصر من الذبذبة الضوئية. هذه الأدوات الجديدة تَعِد بتحكم غير مسبوق في حركة الالكترونات. في رحلة عبر عالم مجهري من الذرات سريع الايقاع، تكتشف الكترونات تدور حول محورها بسرعات هائلة وقوى ضخمة تؤثر عليها. انّ رصد الحركات فائقة السرعة لهذه الالكترونات يتطلب ومضات فائقة القصر من الضوء. عدا ذلك، فمن أجل التحكم في هذه الحركات، فلابد من التحكم في تركيب هذه الومضات أونبضات الضوء، أيضاً.

هذا النوع من التحكم بومضات الضوء قد تحقق، ولأول مرة، على يد فريق من الفيزيائيين من معهد ماكس بلانك وجامعة LMU في ميونخ بألمانيا وجامعة الملك سعود في الرياض، في المملكة العربية السعودية، ضم كلاً من حسّان، زياد الأحمد وعبدالله الزير.بفضل حقيقة ثنائية الخواص للضوء، فهويملك خواص الموجات وخواص الجسيمات في آنٍ، قاموا بتشكيل وتعديل خواص دقيقة في الشكل الموجي لنبضات الضوء الأبيض. إضافة الى انهم استطاعوا أن يجعلوا نبضاتهم أقصر من الذبذبة الضوئية الكاملة، وبالتالي خلق ومضات ضوئية معزولة للمرة الأولى. هذه الأدوات الجديدة في التعامل مع النبضات الضوئية، ستوفر تحكم دقيق بحركة الالكترون في اللبنة الأساسية لبنية المادة، وستعمق فهمنا للعمليات الذرية، وتتيح توقيت أكثر دقة للعمليات الالكترونية في الذرات والجزيئات، أيضاً.

حركة الالكترونات في العالم الصغير تحدث في أتوثانية* على محور الزمن. في هذا النطاق متناهي الصغر من الزمن، فإن الضوء نفسه هوفقط القادر على مواكبة الحركة. بسبب الذبذبات السريعة لمجاله الكهرومغناطيسي، يستطيع الضوء أن يعمل على الالكترونات كفكيّ ملقط، ويؤثر على حركاتها وتفاعلاتها. في مصادر الليزر الحديثة، الوقت اللازم لتوليد نبضة كاملة من الضوء هوحوالي 2.6 فمتوثانية**، حيث الفمتوثانية = 1000 أتوثانية). وهذا هوالسبب في كون هذه الأدوات الجديدة المكتشفة بواسطة هذا الفريق

قادرة على التحكم في حركة الالكترون في عالمه الصغير. ولكن قبل أن تصبح هذه الأدوات حقيقة واقعة، فإن مجال الضوء المتذبذب يجب أن يتم "ترويضه"، أي أن مجاله الكهرومغناطيسي يجب أن يتم التحكم فيه بدقة وبصورة كاملة على محور زمن أقصر من دورة تذبذب كاملة. أي من أجل تحقيق هذا الهدف الرائع، يجب أولاً أن نتعلم كيف نطور هذه الملاقط الغير عادية لتصل الى الكمال.

لقد خطى الفريق خطوة كبيرة في طريق تحقيق هذا الهدف الطموح، وتمكنوا من ايجاد نبضات ليزرية بدقة عالية. ومن أجل التحكم في نبضات الضوء على محور الزمن، فقد كان من الضروري استخدام ليزر ذوضوء أبيض، والمقصود به أنه يحتوي أطوال موجية تمتد من منطقة الفوق بنفسجية القريبة الى ما دون الحمراء مروراً بالضوء المرئي، على طيف الأشعة الكهرومغناطيسية.

لقد أوجد الفيزيائيون هذه النبضات الضوئية وأرسلوها خلال مزامن جديد ومُطورَّ لمجال الضوء "light field synthesizer". وهويشابه مزامن أوموالف الصوت الذي يستخدم من قبل العديد من الموسيقيين. فكما أن مزامن الصوت يراكب موجات الصوت ذات الترددات المختلفة لانتاج أصوات مختلفة، فإن مزامن الضوء يراكب موجات الضوء ذات الألوان المختلفة (أطوال موجية مختلفة) والأطوار المختلفة لخلق أشكالاً مختلفة ومتباينة من المجالات. يقسم (يحلل) الجهاز بدايةً، الليزر الأبيض الساقط الى قنوات للّون الأحمر، الأصفر، والأزرق. وبعد التلاعب بخواص كل لون على حدة، تعاد الألوان المعدلّة لتكوين موجة موالفة مرة أخرى.

استطاع هذا الفريق ايجاد نبضات قصيرة جداً على محور الزمن، وغير مسبوقة فهي أقصر بكثير من نبضات الفمتوثانية المعروفة. وقصر النبضات يعني أن كل طاقة المجال الكهرومغناطيسي تكون مركزة في فترة زمنية قصيرة (نافذة ضيقة)، وكلما قصرت هذه الفترة كلما ازدادت شدة المجال وزادت النبضات قوة. ولكن القوة ليست المطلوب الوحيد من أجل التحكم في حركة الالكترونات في عالم ما دون الذرة، ولكن الدقة أيضاً مطلوبة وهذه أيضاً استطاع الفريق أن يوفرها في هذا الكشف العلمي الرائع. حقاً، ما أجمل الفيزياء وما أجمل الفهم.

- (attosecond = 10^{-18} second)
- (femtosecond = 10^{-15} second)

للإطلاع على هذا البحث، تجدونه على الرابط

- **Synthesized Light Transients**

البريد الإلكتروني للكاتب: info@arsco.org