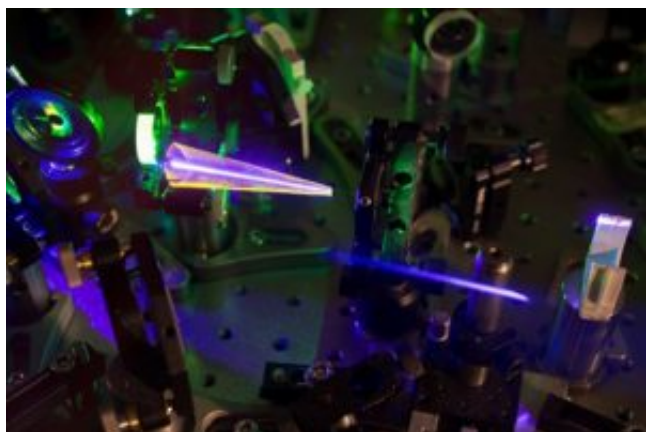




Un gruppo di ricerca internazionale composto da Istituto di fotonica e nanotecnologie del Cnr (Cnr-Ifn), Politecnico di Milano, Sincrotrone di Amburgo e Massachusetts Institute of Technology, è riuscito a sintetizzare delle “forme d'onda ottiche” attraverso la sovrapposizione sincronizzata di diversi impulsi di luce. Tali impulsi di luce ‘scolpiti’ a piacimento dall’utente serviranno per studiare i meccanismi atomici e molecolari. I risultati sono pubblicati su Nature Photonics



Roma,
4 agosto 2020 - A partire dalla sua invenzione nel 1960, il laser ha rivoluzionato non solo la scienza e la tecnologia, ma anche la vita di tutti i giorni, con applicazioni che vanno dalla medicina alle lavorazioni meccaniche alle comunicazioni su fibra ottica e alla conservazione dei beni culturali. Tra le sue proprietà eccezionali, il laser consente di generare flash di luce incredibilmente brevi, fino alla durata di pochi femtosecondi, ovvero pochi milionesimi di milionesimo di secondo.

Tali

impulsi, grazie alla loro durata brevissima, consentono di studiare fenomeni ultrarapidi, quali i processi alla base della visione e della fotosintesi, e grazie alla loro altissima intensità modificano gli atomi e le molecole creando nuovi stati della materia. Il controllo delle proprietà e della forma di questi impulsi è perciò di importanza fondamentale sia scientifica sia applicativa ed è oggetto di intensi studi sin dagli anni '80.

Un team internazionale di scienziati che ha coinvolto il Politecnico di Milano, l'Istituto di fotonica e nanotecnologie del Cnr (Cnr-Ifn), il Sincrotrone di Amburgo e il Massachusetts Institute of Technology, è riuscito a sintetizzare delle vere e proprie 'forme d'onda ottiche' tramite il controllo del campo elettrico della luce con una precisione elevatissima, di molto inferiore al femtosecondo.

I risultati sono stati pubblicati sulla rivista *Nature Photonics*. La sintesi di queste forme d'onda si basa su un processo ottico innovativo, del quale i ricercatori del Cnr e del Politecnico sono stati i pionieri: la sintesi coerente, cioè la sovrapposizione sincronizzata di diversi impulsi di luce.

“È come dirigere una orchestra. Ogni impulso è uno strumento musicale, chiamato a produrre il proprio suono; la sintesi coerente è l'esecuzione perfetta di uno spartito. Potenzialmente, questa orchestra potrà dare origine a una moltitudine infinita di forme d'onda, cioè di melodie. La sintesi coerente realizzata in questi esperimenti è dunque un approccio molto promettente per la generazione di impulsi di luce laser con qualsiasi forma e durata”, spiega Cristian Manzoni, ricercatore del Cnr-Ifn e del Politecnico.

L'esperimento ha richiesto molti anni di lavoro. “Abbiamo costruito il primo prototipo, da cui tutto è partito, proprio presso i laboratori del Politecnico di Milano - aggiunge Giulio Cerullo, del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano - Era come un piccolo complesso, ma da questo primo esperimento, pubblicato nel 2012, è nata poi l'idea di realizzare la grande orchestra. L'apparato sperimentale è stato così ricostruito e ampliato presso i laboratori di Amburgo”.

Le forme d'onda che ora si possono sintetizzare amplieranno le opportunità di controllare l'interazione della luce con la materia, soprattutto ad alte intensità. In questo caso il campo elettromagnetico della luce è talmente forte da contrastare le forze che legano gli elettroni ai nuclei; la luce può temporaneamente strappare gli elettroni dall'atomo, e farli orbitare lungo traiettorie inedite.

Si dimostra ad esempio che quando l'elettrone si muove spinto da forme d'onda così brevi e intense, genera impulsi di luce ancora più brevi, di durata di pochi attosecondi, ovvero un milionesimo di milionesimo di secondo. Si tratta degli eventi artificiali più brevi che l'uomo sia mai stato in grado di creare.

Questo studio getta le basi per studiare nuovi meccanismi atomici e molecolari, dal momento che consentirà di interrogare la natura tramite impulsi di luce 'scolpiti' a piacimento dall'utente.