

Il laser a elettroni liberi FERMI apre la strada al controllo del movimento ultraveloce degli elettroni. Potremo osservare meglio processi come fotosintesi e combustione.

Redazione

Più veloce non si può

Un'equipe internazionale ha usato la luce prodotta dal laser a elettroni liberi FERMI, nel centro di ricerca Elettra Sincrotrone Trieste in AREA Science Park, per controllare il movimento ultraveloce degli elettroni: l'esperimento, pubblicato sulla rivista *Nature Photonics*, apre la strada allo studio dei processi più complessi che si svolgono in natura sulla scala degli attosecondi (millesimi di milionesimo di secondo) come la fotosintesi, la combustione, le reazioni di catalisi, la chimica dell'atmosfera.

I processi chimici, fisici e biologici sono intrinsecamente dinamici perché sono legati alla struttura elettronica e atomica dei materiali che evolve in maniera rapidissima. Comprimerli è una vera e propria sfida contro il tempo. I primi fondamentali risultati in questo campo sono stati ottenuti da Ahmed Zewail, Nobel per la chimica nel 1999, utilizzando impulsi laser di pochi femtosecondi (millesimi di milionesimo di secondo) - la stessa scala di tempi in cui gli atomi formano e rompono i legami - Zewail è riuscito a seguire i "movimenti" degli atomi durante una reazione chimica.

La natura, però, può essere ancora più veloce. "Alla base dei legami - spiega Kevin Prince, fisico a Elettra Sincrotrone Trieste e primo autore della pubblicazione - ci sono gli elettroni, che danno luogo a processi mille volte più rapidi, nel regime degli attosecondi (millesimi di milionesimo di secondo). Come gran parte della comunità scientifica, anche noi eravamo da anni impegnati nello sviluppo di un metodo d'analisi innovativo con una risoluzione ad attosecondi che ci permettesse di studiarli e controllarli. Con questo lavoro, che sfrutta le eccezionali proprietà della luce laser di FERMI, possiamo finalmente dire di aver raggiunto il nostro traguardo, riuscirci è stata una vera e propria sfida contro il tempo".

Il risultato è stato ottenuto da una squadra internazionale di scienziati provenienti da

Faster would be impossible
The free-electron FERMI laser paves the way for the control of ultra fast electron motion, which will enable us to better observe processes such as photosynthesis and combustion

An international team has used the light produced by the free-electron laser FERMI, in the research centre Elettra Sincrotrone Trieste at AREA Science Park, to control the ultra fast motion of electrons: the experiment, published in the journal *Nature Photonics*, opens the way for the study of the most complex processes that take place in nature on the attosecond scale (billionths of a billionth of a second) such as photosynthesis, combustion, catalysis reactions and atmospheric chemistry. Chemical, physical and biological processes are inherently dynamic because they are linked to the electronic and atomic structure of the materials that evolve in a very rapid manner. Understanding them is truly a race against time. The first fundamental results in this field were obtained by Ahmed Zewail, Nobel Prize for Chemistry in 1999, using laser pulses of a few femtoseconds (millionths of a billionth of a second) - the same time scale in which atoms form and break their bonds - Zewail was able to follow the "movements" of the atoms during a chemical reaction. Nature, however, can be even faster. "At the base of the bonds - explains Kevin Prince, physicist at Elettra

diversi centri di ricerca situati in Italia (Elettra Sincrotrone Trieste, il Politecnico di Milano, gli istituti INFN, IOM e ISM del CNR, e l'ENEA), Giappone (Università di Tohoku), Russia (Università Statale di Mosca "Lomonosov"), USA (Università Drake) e Germania (Politecnico di Berlino, Università di Friburgo, European XFEL, Istituto Max-Planck per Fisica Nucleare, Heidelberg).

Il gruppo di ricerca ha usato un fascio di luce prodotto da FERMI e composto da due lunghezze d'onda (cioè due colori diversi) ed è riuscito a controllare la direzione di emissione degli elettroni da un atomo di gas Neon sollecitato dalla radiazione. L'esperimento ha mostrato una risoluzione temporale di soli tre attosecondi, aprendo le porte allo studio di processi ultraveloci.

"Questo risultato apre nuove prospettive per la ricerca sui processi ultraveloci e per la fisica degli attosecondi non soltanto in Italia, ma anche a livello internazionale" commenta Giuseppe Sansone che con il suo gruppo di ricerca del Politecnico di Milano ha contribuito alla progettazione e realizzazione dell'esperimento. "Il prossimo passo - aggiunge - sarà quello di applicare la tecnica allo studio dei processi più complessi". Conclude Kevin Prince: "Potremo osservare e capire meglio la dinamica di processi naturali che avvengono alla scala degli attosecondi, come la fotosintesi e la combustione, e controllare il movimento degli elettroni in atomi e molecole. Le applicazioni potenziali vanno dall'elettronica alla biomedicina, il moto di un elettrone all'interno di una molecola ha infatti un ruolo cruciale in diversi processi fisici e chimici. In futuro, per esempio, si potrebbero rendere più efficienti le celle fotovoltaiche".

Scienza & Dintorni
Science & Surroundings



Sincrotrone Trieste and first author of the publication - there are the electrons, giving rise to processes that are a thousand times faster, in the range of attosecond (billionths of a billionth of a second). Like a large part of the scientific community, for years we had been engaged in the development of an innovative analytical method with an attosecond resolution that would allow us to study and control them. With this work, which exploits the unique properties of the FERMI laser light, we can finally say that we have achieved our goal and doing so has been a true race against time."

The result was obtained by an international team of scientists from several research centres in Italy (Elettra Sincrotrone Trieste, the Politecnico di Milano, the CNR institutes INFN, IOM and ISM and ENEA), Japan (University of Tohoku), Russia (Moscow State University "Lomonosov"), USA (Drake University) and Germany (Technical University of Berlin, University of Freiburg, European XFEL, Max-Planck Institute for Nuclear Physics, Heidelberg).

The research team using a beam of light produced by FERMI and consisting of two wavelengths (i.e. two different colours) was able to control the direction of the electron emission from a neon gas atom activated by the radiation. The experiment showed a temporal resolution of only three attosecond, opening the doors to the study of ultra fast processes.

"This result opens up new prospects for research on ultra fast processes and for attosecond physics, not only in Italy but also internationally" said Giuseppe Sansone who, with his research group at the Politecnico di Milano, contributed to the design and application of the experiment. "The next step - he adds - will be to apply the technique that we have demonstrated to the study of more complex processes."

Kevin Prince concludes: "We will be able to observe and better understand the dynamics of natural processes taking place at the attosecond scale, such as photosynthesis and combustion, and control the movement of electrons in atoms and molecules. Potential applications range from electronics to biomedicine, the motion of an electron within a molecule has in fact a crucial role in various physical and chemical processes. In the future, for example, you could make solar cells more efficient."

REFERIMENTO CONTACT

Laura Bibi Palatini
Elettra Sincrotrone Trieste SCpA
bibipalatini@elettra.eu
www.elettra.eu