



— GABRIEL PANKOW

## Intervista esclusiva con la vincitrice del Premio Nobel per la fisica Anne L'Huillier

**Il Premio Nobel per la fisica 2023 è stato assegnato ad Anne L'Huillier e ai suoi due colleghi Pierre Agostini e Ferenc Krausz. Solo pochi giorni prima, la Berthold Leibinger Stiftung aveva insignito l'esperta di fisica nucleare del Zukunftspreis (premio tedesco per il futuro). La recente vincitrice del Premio Nobel per la fisica Anne L'Huillier spiega nell'intervista esclusiva la direzione che sta prendendo la ricerca con i flash laser più corti del mondo.**

### **Signora L'Huillier, quando a un barbecue le chiedono quale sia la sua professione, cosa risponde?**

L'Huillier: Ho elaborato una risposta per situazioni come questa che mi soddisfa molto. Dico che lavoro all'interfaccia tra la fisica dei laser e la fisica atomica. Il nostro team utilizza impulsi laser corti, molto, molto corti, come il flash della macchina fotografica. Filmiamo in questo modo movimenti estremamente veloci, ad esempio di elettroni.

### **Cosa intende con impulsi laser molto, molto corti...?**

L'Huillier: Impulsi della durata di un paio di attosecondi.

### **Come posso immaginare gli attosecondi?**

L'Huillier: Non è possibile. Vari sono i tentativi di raffigurare la brevità dell'arco temporale. Il paragone che a volte uso è che un attosecondo sta a un secondo come un secondo sta all'intera età dell'universo, ossia 14 miliardi di anni. Ma è davvero utile? Sono scettica al riguardo. Le è d'aiuto?

### **Beh, forse un po'.**

L'Huillier: Dobbiamo semplicemente accettare che ciò non può essere compreso con la nostra percezione umana del tempo. Fortunatamente, non dipendiamo da questo. Dopo tutto, abbiamo i metodi astratti della matematica e della teoria e gli esperimenti pratici. Un attosecondo corrisponde quindi semplicemente a  $10^{18}$  secondi. Molto più interessante della riflessione sulla lunghezza di un attosecondo è la questione del perché vogliamo esplorare scale temporali così brevi.

### **Bene. Perché abbiamo bisogno di impulsi di attosecondi?**

L'Huillier: Ci sono processi in natura che avvengono così rapidamente che possiamo misurarli solo con impulsi di luce di attosecondi. I più importanti sono i movimenti degli elettroni. Quanto più breve è il nostro flash, cioè l'impulso, tanto più precisamente osserviamo il processo. Al momento, il mio gruppo di ricerca sta ancora registrando i processi all'interno e



intorno agli atomi semplici, perché è più facile. Se riusciremo a migliorare ancora un po', sarà possibile osservare i movimenti degli elettroni in sistemi più complessi, ad esempio nelle molecole. Le reazioni chimiche avvengono quando gli elettroni si muovono. Questi movimenti iniziali saranno misurabili un giorno.

#### E poi?

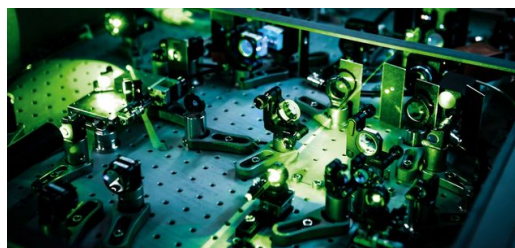
L'Huillier: Essere in grado di misurare qualche cosa è il primo passo per poterla controllare. Il grande obiettivo a lungo termine è quindi quello di controllare le reazioni chimiche a livello di elettroni.

#### Quale sarà il suo utilizzo?

L'Huillier: È difficile fornire una visione ben definita. Si tratta solo di una ricerca di base.



La professoressa Anne L'Huillier ha aperto le porte alla fisica degli impulsi laser ad attosecondi. Con la sua ricerca, si sta ora concentrando sugli elettroni.



Il team di ricerca di Lund, in Svezia, utilizza impulsi laser a femtosecondi per generare le cosiddette alte armoniche. Le utilizza per generare impulsi laser ad attosecondi e osservare i processi atomici.

#### **Nel 1987 ha scoperto in un esperimento come generare le cosiddette alte armoniche. Una preconditione per la generazione di impulsi di attosecondi.**

L'Huillier: Sì, è stata una fortunata coincidenza! È sempre il massimo quando ti imbatti in qualche cosa che non ti aspettavi. È un aspetto su cui riflettere. All'epoca volevamo bombardare i gas nobili con un'intensa luce laser e studiare gli effetti della fluorescenza. Si è scoperto che la luce più forte che si poteva osservare non era quella fluorescente, ma le alte armoniche della frequenza del laser. Questa scoperta ha cambiato la mia carriera. Con l'aiuto delle alte armoniche, è stato poi possibile generare impulsi di attosecondi, cosa che faccio ancora oggi.

#### Posso almeno immaginare le alte armoniche?

L'Huillier: Sì, è possibile! Ecco un confronto che è molto più funzionale di quello con l'universo e gli attosecondi. Quando si muove la corda di un violino con l'archetto, non si produce solo un tono puro, cioè una frequenza di tono pura. Si creano anche altre frequenze. In musica questo fenomeno è chiamato sovratoni, che conferiscono il colore al suono. I sovratoni sono armoniche. Qualcosa di simile accade quando un gas viene esposto a intensi impulsi laser a femtosecondi in determinate condizioni: vengono generate nuove frequenze laser di lunghezza d'onda molto inferiore. Le alte armoniche sono i sovratoni della fisica laser.

#### Cosa si può fare con gli impulsi di luce con alte armoniche?

L'Huillier: Il passo successivo è quello di creare gli impulsi di attosecondi. Ma sono anche utili di per sé. Attualmente stiamo collaborando con un produttore di sistemi di litografia e tecnologia di misurazione per l'industria dei semiconduttori. L'idea è quella di utilizzare le armoniche elevate per testare le piccolissime strutture dei semiconduttori. Per me che sono una ricercatrice di base, questo è un progetto insolitamente concreto. Sono sorpresa e al tempo stesso felice che il nostro lavoro possa essere utile alla società.

#### Anche la tecnologia laser beneficia della Sua ricerca?

L'Huillier: Sì. Per decenni, nel campo della fisica degli attosecondi abbiamo ripetutamente spronato i produttori di laser a sviluppare nuovi e migliori laser a impulsi ultracorti. Viceversa, per noi è naturale trarre vantaggio da apparecchiature laser migliori: migliore è la sorgente iniziale del raggio, migliori sono le armoniche elevate, migliori sono gli impulsi di attosecondi. Questo ci porterà a nuovi sviluppi tecnici, come ad esempio metodi diagnostici e di misurazione nel campo della tecnologia laser a impulsi ultracorti. È quindi uno stimolo costante. Oltre a questi effetti piacevoli, però, c'è qualcosa di più importante per me nel mio lavoro.

#### Cosa è più importante per lei?

L'Huillier: Sono una ricercatrice. Ma sono anche un'insegnante. Ho il privilegio di formare molti giovani brillanti e di vedere



crescere le loro conoscenze. Lo considero il mio contributo più grande.



Anne L'Huillier è professoressa di fisica atomica presso l'Università di Lund in Svezia. È considerata una delle più importanti co-fondatrici del campo di ricerca della fisica degli attosecondi. L'Huillier ha ricevuto nel 2023 il Zukunftspreis (premio tedesco per il futuro) della Berthold Leibinger Stiftung. Un paio di giorni più tardi è stata insignita insieme a Pierre Agostini e Ferenc Krausz del Premio Nobel per la fisica.



**GABRIEL PANKOW**  
PORTAVOCE TECNOLOGIA LASER

