

— GABRIEL PANKOW

Interviu în exclusivitate cu Anne L'Huillier, laureat a Premiului Nobel pentru Fizică

Premiul Nobel pentru Fizică 2023 a fost acordat lui Anne L'Huillier și celor doi colegi ai săi, Pierre Agostini și Ferenc Krausz. Cu doar câteva zile mai devreme, Berthold Leibinger Stiftung a onorat-o pe fiziciană nuclearistă cu Premiul Viitorului. Într-un interviu în exclusivitate, Anne L'Huillier, care tocmai a fost distinsă cu Premiul Nobel pentru Fizică, explică în ce direcție se îndreaptă cercetările privind cele mai scurte flash-uri laser din lume.

Doamnă L'Huillier, când sunteți întrebată la un gratar cu ce vă ocupați: ce răspundeți?

L'Huillier: am găsit pentru astfel de situații un răspuns care mă mulțumește destul de mult. Așadar, spun că: eu lucrez la interfața dintre fizica laserului și fizica atomică. Echipa noastră folosește impulsuri laser scurte, foarte, foarte scurte, ca un bliț de cameră. Îl folosim pentru a filma mișcări extrem de rapide, de exemplu ale electronilor.

Prin impulsuri laser foarte, foarte scurte vă referiți la ... ?

L'Huillier: Impulsuri care durează câteva attosecunde.

Cum îmi pot imagina noțiunea de attosecunde?

L'Huillier: în niciun fel. Există diverse încercări de a vizualiza scurtimea intervalului de timp. Compararea pe care o folosesc uneori este următoarea: o attosecondă este pentru o secundă ceea ce este o secundă pentru întreaga vârstă a universului, adică 14 miliarde de ani. Dar ajuta asta cu adevărat? Sunt sceptic în această privință. Vă ajută?

Ei bine, poate un pic.

L'Huillier: Trebuie pur și simplu să acceptăm că acest lucru nu poate fi înțeles cu simțul nostru uman al timpului. Din fericire, nu suntem, însă, tributari acestui lucru. La urma urmei, avem metodele abstracte ale matematicii și teoriei, precum și experimentele practice. Prin urmare, o attosecondă are pur și simplu o durată de 10^{-18} secunde. Mult mai interesant decât să ne gândim la lungimea unei attosecunde este întrebarea de ce dorim să pătrundem în scări de timp atât de scurte.

Bun. De ce avem nevoie de impulsuri de ordinul attosecundelor?

L'Huillier: există procese în natură care au loc atât de repede încât le putem măsura doar cu impulsuri de lumină de attosecunde. Cele mai importante sunt mișcările electronilor. Cu cât flash-ul nostru este mai scurt, adică impulsul, cu atât observăm mai precis procesul. În prezent, colectivul meu de cercetare continuă să înregistreze în principal procesele din



interiorul și din jurul atomilor simpli, pentru că este mai ușor. Dacă vom reuși să ne perfecționăm puțin, va fi posibil să observăm mișcările electronilor în sisteme mai complexe, de exemplu în molecule. Reacțiile chimice au loc atunci când electronii se deplasează. Aceste mișcări inițiale vor fi măsurabile într-o zi.

Și apoi?

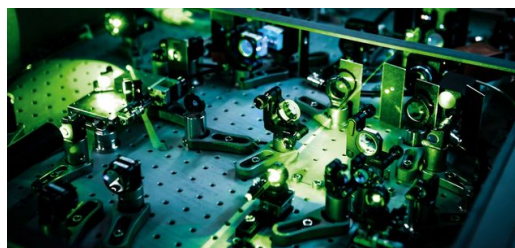
L'Huillier: a fi capabil să măsoară ceva este primul pas pentru a putea controla acel ceva. Altfel, marele obiectiv pe termen lung este acela de a controla la un moment dat reacțiile chimice la nivel de electroni.

Ce va fi posibil cu acesta?

L'Huillier: este dificil să oferim o viziune bine definită. Este doar o cercetare de bază.



Prof. Anne L'Huillier a deschis la un moment dat ușa către fizica impulsurilor laser de ordinul attosecundelor. Cercetările sale se concentrează acum asupra electronilor.



Echipa de cercetare din Lund, Suedia, folosește impulsuri laser de ordinul femtosecundelor pentru a genera armonice înalte. Acestea sunt folosite pentru a genera impulsuri laser de de ordinul attosecundelor și pentru a le utiliza în scopul observării proceselor atomice.

În 1987, ați descoperit, în cadrul unui experiment, cum să generați armonice înalte. O condiție prealabilă pentru generarea unor impulsuri de ordinul attosecundelor.

L'Huillier: da, a fost o coincidență norocoasă! Întotdeauna este cel mai frumos când dai peste ceva la care nu te așteptai. Atunci apar piesele care trebuie să fie îmbinate. La acea vreme, am vrut de fapt să bombardăm gazele nobile cu lumină laser intensă și să examinăm efectele de fluorescență. S-a dovedit că cea mai puternică lumină care putea fi observată nu era fluorescentă, ci armonicile înalte ale frecvenței laserului. Această descoperire mi-a schimbat cariera. Cu ajutorul armonicilor înalte, mai târziu a fost posibil să se genereze impulsuri de attosecunde, lucru pe care îl fac și astăzi.

Pot măcar să-mi imaginez armonice înalte?

L'Huillier: da, este posibil! Aici am o comparație care funcționează mult mai bine decât cea cu universul și attosecunde. Atunci când treci arcul peste coarda unei viori, nu produci doar un sunet pur, adică o frecvență tonală pură. Se creează și alte frecvențe. În muzică, acest lucru se numesc tonuri superioare. Ele conferă sunetului culoarea specifică. Tonurile superioare sunt armonici. Ceva similar se întâmplă atunci când un gaz este expus la impulsuri laser intense de ordinul femtosecundelor în anumite condiții: sunt generate noi frecvențe laser cu lungimi de undă mult mai scurte. Armonicile înalte sunt tonurile superioare ale fizicii laserului.

Ce se poate face cu impulsuri luminoase cu armonice înalte?

L'Huillier: următorul pas este realizarea impulsurilor de ordinul attosecundelor. Dar ele sunt utile și în sine. În prezent, colaborăm cu un producător de sisteme litografice și de tehnologie de măsurare pentru industria semiconductorilor. Ideea este de a folosi armonici înalte pentru a testa micile structuri de pe semiconductori. Pentru mine, în calitate de cercetător în domeniul cercetării fundamentale, acesta este un proiect neobișnuit de concret. Sunt surprins și fericit că munca noastră poate fi utilă pentru societate.

Tehnologia laser beneficiază și ea de cercetările dumneavoastră?

L'Huillier: da. Timp de decenii, noi, cei din domeniul fizicii attosecundelor, am stimulat în mod repetat producătorii de lasere să dezvolte lasere cu impulsuri ultracurte noi și mai bune. Pe de altă parte, beneficiem în mod natural de surse de radiație laser mai bune. Cu cât este mai bună sursa inițială de radiație, cu atât mai bune sunt armonicile înalte, cu atât mai bune sunt impulsurile de ordinul attosecundelor. Acest lucru va avea ca rezultat noi dezvoltări tehnice pentru noi, cum ar fi metodele de diagnosticare și măsurare în domeniul tehnologiei laser cu impulsuri ultracurte. Altfel, este un stimulent constant. Totuși, pe lângă aceste efecte îmbucurătoare, există ceva care este cel mai important pentru mine în munca mea.

Ce este cel mai important pentru dumneavoastră?

L'Huillier: sunt cercetător. Dar sunt și profesor. Am privilegiul de a pregăti mulți tineri străluciți și de a vedea cum se dezvoltă



cunoștințele lor. Consider că aceasta este cea mai mare contribuție a mea.



Anne L'Huillier este profesor de fizică atomică la Universitatea Lund din Suedia. Ea este considerată unul dintre cei mai importanți cofondatori ai domeniului de cercetare al fizicii attosecundelor. În 2023, L'Huillier primește Premiul pentru viitor al Berthold Leibinger Stiftung pentru realizările sale în domeniul cercetării. Câteva zile mai târziu, primește Premiul Nobel pentru Fizică împreună cu Pierre Agostini și Ferenc Krausz.



GABRIEL PANKOW
PURTĂTOR DE CUVÂNT TEHNOLOGIE LASER

