

— GABRIEL PANKOW

Exkluzív interjú a Nobel-díjas Anne L'Huillier fizikussal

A 2023-as fizika Nobel-díjat Anne L'Huillier és két kollégája, Pierre Agostini és Ferenc Krausz kapta. Csak pár nappal ezelőtt a Berthold Leibinger Alapítvány Jövő-díjjal tüntette ki az atomfizikust. A friss Nobel-díjas fizikus, Anne L'Huillier egy exkluzív interjúban meséli el, hová tart a világ legrövidebb lézerefényeivel végzett kutatás.

L'Huillier asszony, amikor egy grillpartin megkérdezik, mi az Ön foglalkozása, mit válaszol?

L'Huillier: Az ilyen helyzetekre van egy elkészített válaszom, amivel egészen meg vagyok elégedve. Azt mondom: Azon a pengeélen dolgozom, ahol a lézerfizika és az atomfizika találkozik. Csapatunk rövid, nagyon, nagyon rövid lézerpulzusokat használ, mint a kamerák vakujá. Így rendkívül gyors, például az elektronok mozgását tudjuk lefilmezni.

A nagyon, nagyon rövid lézerpulzusok alatt azt érti, hogy...?

L'Huillier: Impulzusok, amelyek pár attoszekundum hosszúságúak.

Hogyan képzelhetem el az attoszekundumokat?

L'Huillier: Sehogy. Különböző kísérletek léteznek az időszakasz rövidegének szemléltetésére. Én néha a következő hasonlatot használom: Egy attoszekundum úgy viselkedik egy másodperchez képest, mint egy szekundum az univerzum teljes korához, azaz 14 milliárd évhez képest. De segít ez valójában valamit? Szkeptikus vagyok. Önnek segít?

Hát, talán egy kicsit igen.

L'Huillier: El kell viselnünk, hogy emberi érzékeinkkel az idő nem fogható fel. Szerencsére azonban nem is szorítkoznak annyira erre. Mivel rendelkezünk a matematika absztrakt módszereivel, az elmélettel, valamint a gyakorlati felszereléssel. Egy attoszekundum tehát egyszerűen 10^{-18} másodperc hosszú. Elmélkedhetünk egy attoszekundum hosszáról, de sokkal érdekesebb az a kérdés, hogy miért is akarunk mi behatolni az ilyen rövid időskálákba.

Jó. Mire kellene nekünk az attoszekundumos impulzusok?

L'Huillier: Vannak olyan jelenségek a természetben, amelyek annyira gyorsan lezajlanak, hogy csak attoszekundumos fényimpulzusokkal tudjuk őket mérni. A legfontosabbak az elektronok mozgásai. Minél rövidebb a mi vakunk, azaz az impulzus, annál pontosabban figyelhetjük meg a jelenséget. Kutatócsapatom jelenleg főleg az egyszerű atomokon belüli és körüli folyamatokat rögzíti, mivel ez egyszerűbb. Ha egy fokkal még jobbak leszünk, lehetővé válik majd az elektronok



mozgásának megfigyelése komplexebb rendszerekben is, mint például a molekulákban. Az elektronok mozgásától vegyi reakciók mennek végbe. Ezek a kezdeti mozgások egyszer majd mérhetőek lesznek.

És akkor?

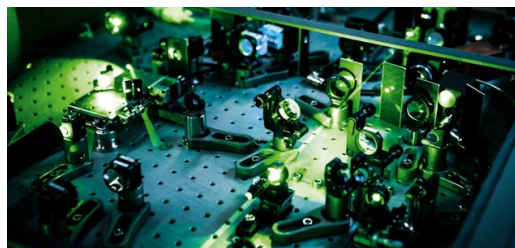
L'Huillier: Ha valamit le tudunk mérni, az az első lépés ahhoz, hogy azt a valamit kontrollálni is tudjuk. A nagy távlati cél tehát majd valamikor a vegyi reakciók elektronok szintjén történő kontrollálása.

Mi válik ezáltal lehetővé?

L'Huillier: Nehéz erről egy jól meghatározott képet festeni. Ez egy alapkutatás.



Anne L'Huillier prof. egykor kitérte az attoszekundumos lézérimpulzusok fizikájának kapuját. Kutatásával most az elektronok sarkába eredt.



A femtoszekundumos lézérimpulzusokkal a kutatócsapat a svédországi Lundban úgynevezett felharmonikusokat generál. Ezeket az attoszekundumos lézérimpulzusok létrehozásához használják, és azzal atomi folyamatokat figyelnek meg.

1987-ben egy kísérlet során Ön felfedezte, hogyan hozhatók létre úgynevezett felharmonikusok. Egy előfeltétel az attoszekundumos impulzusok létrehozásához.

L'Huillier: Igen, ez egy szerencsés véletlen volt! Mindig az a legérdekesebb, amikor az ember felfedez valamit, amire nem számított. Akkor aztán van amin agyalni. Valójában nemesgázokat akartunk intenzív lézérfényvel bombázni, és a fluoreszcencia hatásokat akartuk vizsgálni. Kiderült, hogy itt a legérdekesebb megfigyelhető fény nem fluoreszcencia volt, hanem a lézérfrekvencia felharmonikusai. Ez a felfedezés megváltoztatta karrieremet. A felharmonikusok segítségével később sikerült attoszekundumos impulzusokat generálni, és ezt csinálom a mai napig is.

El tudom képzelni legalább a felharmonikusokat?

L'Huillier: Igen, ez lehetséges! Erre van egy hasonlatom, ami sokkal hatékonyabb, mint az univerzum és az attoszekundumoké. Ha a vonót végighúzza egy hegedő oldalán, nem csak a tiszta hang jön létre, tehát a tiszta hangfrekvencia. Más frekvenciák és létrejönnek. A zenében ezeket felhangoknak nevezik. Ezek adják a hangzás színét. A felhangok harmonikusak. Valami hasonló történik, amikor egy gázt bizonyos feltételek mellett intenzív femtoszekundumos lézérimpulzusoknak tesznek ki: új, sokkal rövidebb hullámhosszú lézérfrekvenciák jönnek létre. A felharmonikusok a lézérfizika felhangjai.

Mit lehet kezdeni a felharmonikus fényimpulzusokkal?

L'Huillier: Egy következő lépésben létrehozhatók az attoszekundumos impulzusok. De önmagukban is hasznosak. Éppen együttműködünk egy litográfiai és mérés-technikai berendezések gyártójával a félvezetőipar területéről. Az ötlet a félvezetők parányi struktúráinak ellenőrzése a felharmonikusok segítségével. Alapkutatóként számomra ez egy szokatlanul konkrét projekt. Meg vagyok lepődve, és örvendek, hogy munkánk hasznos lehet a társadalom számára.

A lézertechnológia is profitál az Ön kutatásából?

L'Huillier: Igen. Mi az attoszekundum-fizika területéről évtizedek óta ismételtelen arra ösztököltük a lézergyártókat, hogy új és jobb ultrarövid impulzusú lézerek fejlesszenek ki. Fordítva, természetesen mi is profitálunk a jobb sugárforrásokból. Minél jobb az eredeti sugárforrás, annál jobb a felharmonikusok, és annál jobb az attoszekundumos impulzusok. Ebből aztán nálunk ismét új műszaki fejlesztések születnek, esetleg a diagnosztikai és mérési módszerek területén az ultrarövid impulzusú lézertechnológia keretén belül. Tehát ez egy állandó ösztönzés. Emellett örömdetemes hatások mellett van ám még valami, ami nagyon fontos számomra a munkámban.

Mi Önnek a legfontosabb?

L'Huillier: Kutató vagyok. De tanár is vagyok. Számos intelligens fiatalot képezhetek ki, és figyelhetem, ahogyan tudásuk növekszik. Ezt tartom legnagyobb hozzájárulásomnak.





Anne L'Huillier atomfizika professzor a Lund Egyetemen Svédországban. Az attoszekundum-fizika kutatási irány egyik legfontosabb társalapítójának számít. L'Huillier 2023-ban a kutatási eredményeiért elnyerte a Berthold Leibinger Alapítvány Jövő-díját. Pár nappal később fizika Nobel-díjat kapott és két kollégája, Pierre Agostini és Ferenc Krausz.



GABRIEL PANKOW
A LÉZERTECHNIKA SZÓVIVŐJE

