

— GABRIEL PANKOW

Wywiad z laureatką Nagrody Nobla z fizyki Anne L'Huillier

Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za rok 2023 otrzymali Anne L'Huillier oraz jej współpracownicy Pierre Agostini i Ferenc Krausz. Zaledwie kilka dni wcześniej fundacja Berthold Leibinger Stiftung uhonorowała fizyka i fizykę Nagrodą Przyszłości. W ekskluzywnym wywiadzie Anne L'Huillier, która właśnie otrzymała Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki, wyjaśnia, dokąd prowadzi badania nad najkrótszymi nanosekundowymi impulsami laserowymi.

Pani L'Huillier, jeżeli zostałaaby Pani zapytana na grillu, czym się Pani zajmuje: co by pani odpowiedziała?

L'Huillier: Opracowałam sobie odpowiedź na takie sytuacje, z której jestem całkiem zadowolona. Mówię wtedy: pracuję na styku fizyki laserowej i fizyki atomowej. Nasz zespół używa krótkich, bardzo, bardzo krótkich impulsów laserowych, takich jak lampa błyskowa aparatu. Używamy ich do filmowania niezwykle szybkich ruchów, na przykład elektronów.

Co rozumie Pani przez bardzo, bardzo krótkie impulsy laserowe...?

L'Huillier: Impulsy o długości kilku attosekund.

Jak można sobie wyobrazić attosekundy?

L'Huillier: Nie jest to możliwe. Istnieją różne próby wizualizacji tego krótkiego okresu czasu. Porównanie, którego czasami używam, brzmi następująco: jedna attosekunda ma się do jednej sekundy tak, jak jedna sekunda ma się do całego wieku wszechświata, tj. 14 miliardów lat. Ale czy to rzeczywiście coś wyjaśnia? Podchodzę do tego sceptycznie. Pomaga to Pani?

Powiedzmy, że odrobinkę.

L'Huillier: Musimy po prostu zaakceptować fakt, że nie można tego zrozumieć za pomocą naszego ludzkiego poczucia czasu. Na szczęście nie jesteśmy od tego zależni. W końcu mamy do dyspozycji abstrakcyjne metody oferowane przez matematykę i teorię, a także praktyczne eksperymenty. Attosekunda ma zatem długość 10^{-18} sekund. O wiele bardziej interesujące niż myślenie o długości attosekundy jest pytanie, dlaczego w ogóle chcemy wnikać w tak krótkie skale czasowe.

Dobrze. Dlaczego potrzebujemy impulsów attosekundowych?

L'Huillier: Istnieją procesy w przyrodzie, które zachodzą tak szybko, że możemy je mierzyć tylko za pomocą attosekundowych impulsów światła. Najważniejsze są ruchy elektronów. Im krótszy jest nasz błysk, czyli impuls, tym dokładniej obserwujemy proces. W tej chwili moja grupa badawcza nadal rejestruje głównie procesy zachodzące w prostych atomach i wokół nich,



ponieważ jest to łatwiejsze. Jeśli jeszcze trochę to dopracujemy, możliwe będzie obserwowanie ruchów elektronów w bardziej złożonych układach, na przykład w molekułach. Reakcje chemiczne zachodzą, gdy elektrony się poruszają. Te początkowe ruchy będą pewnego dnia mierzalne.

I co wtedy?

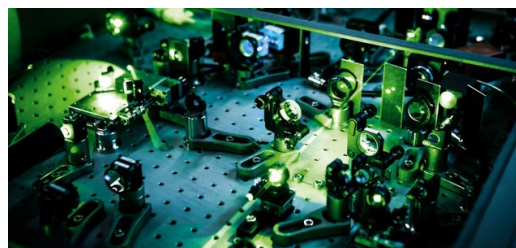
L'Huillier: Możliwość zmierzenia czegoś to pierwszy warunek, by to kontrolować. Tak więc długoterminowym celem jest kontrolowanie reakcji chemicznych na poziomie elektronów.

Co będzie dzięki temu możliwe?

L'Huillier: Trudno jest przedstawić dobrze zdefiniowaną wizję. Mamy tu do czynienia z badaniem podstawowym.



Prof. Anne L'Huillier otworzyła kiedyś drzwi do fizyki attosekundowych impulsów laserowych. Obecnie jej badania koncentrują się na elektronach.



Zespół badawczy z Lund w Szwecji wykorzystuje femtosekundowe impulsy laserowe do generowania tak zwanych wysokich harmonicznych. Używają ich do generowania attosekundowych impulsów laserowych i wykorzystują je do obserwacji procesów atomowych.

W 1987 roku odkryła Pani w eksperymencie, jak generować tak zwane wysokie harmoniczne. Warunek wstępny generowania impulsów attosekundowych.

L'Huillier: Tak, to było szczęśliwy zbieg okoliczności! Zawsze najlepiej jest natknąć się na coś, czego się nie spodziewaliśmy. Pojawia się wtedy coś, nad czym można pogłębować. W tamtym czasie chcieliśmy bombardować gazy szlachetne intensywnym światłem laserowym i badać efekty fluorescencji. Okazało się, że najsilniejsze światło, jakie można było zaobserwować, nie było fluorescencyjne, ale wysokie harmoniczne czystotliwości lasera. To odkrycie zmieniło moją karierę. Dzięki wysokim harmonicznym możliwe było później generowanie impulsów attosekundowych, czym zajmuję się do dziś.

Czy można sobie wyobrazić chociaż wysokie harmoniczne?

L'Huillier: Tak, można! Mam porównanie, które obrazuje to znacznie lepiej niż to z wszechświatem i attosekundami. Kiedy pociera się strunę skrzypiec smyczkiem, nie wytwarza się tylko czystego tonu, tj. czystej czystotliwości tonu. Powstają również inne czystotliwości. W muzyce nazywa się to alikwotami. Nadają one dźwiękowi jego barwę. Alikwoty to właśnie harmoniczne. Coś podobnego dzieje się, gdy gaz jest wystawiony na działanie intensywnych femtosekundowych impulsów laserowych w określonych warunkach: generowane są nowe czystotliwości laserowe o znacznie krótszej długości fali. Wysokie harmoniczne to alikwoty fizyki laserowej.

Co można zrobić z impulsami światła o wysokiej harmonicznej?

L'Huillier: Następnym krokiem jest wytworzenie impulsów attosekundowych. Są one jednak również przydatne same w sobie. Obecnie współpracujemy z producentem systemów litograficznych i technologii pomiarowych dla przemysłu półprzewodnikowego. Pomysł polega na wykorzystaniu wysokich harmonicznych do testowania małych struktur na półprzewodnikach. Jako że zajmuję się badaniami podstawowymi, jest to dla mnie niezwykle konkretny projekt. Jestem zaskoczona i cieszę się, że nasza praca może być przydatna dla społeczeństwa.

Czy technologia laserowa również korzysta z Pani badań?

L'Huillier: Tak. Przez dziesięciolecia w dziedzinie fizyki attosekundowej wielokrotnie zachęcaliśmy producentów laserów do opracowywania nowych i lepszych laserów o ultrakrótkim czasie impulsu. Z kolei dla nas korzystne są oczywiście lepsze źródła laserowe. Im lepsze początkowe źródło wiązki, tym lepsze wysokie harmoniczne i tym lepsze impulsy attosekundowe. Zaowocuje to dla nas nowymi osiągnięciami technicznymi, takimi jak metody diagnostyczne i pomiarowe w dziedzinie technologii obróbki laserowej o ultrakrótkich impulsach. Zatem te dwie dziedziny stale się nawzajem napędzają. Oprócz tych przyjemnych efektów jest jednak coś, co jest dla mnie najważniejsze w mojej pracy.

Co jest zatem dla Pani najważniejsze?

L'Huillier: Jestem naukowczynią. Ale jestem też nauczycielką. Mam przyjemność kształcenia wielu młodych ludzi i



obserwowania, jak ich wiedza się rozwija. Uważam to za mój największy wkład.



Anne L'Huillier jest profesorem fizyki atomowej na Uniwersytecie Lund w Szwecji. Jest uważana za jedną z najważniejszych współzawodniczek dziedziny badań fizyki attosekundowej. W 2023 roku L'Huillier otrzymała Nagrodę Przyszłości fundacji Berthold Leibinger Stiftung za swoje osiągnięcia badawcze. Kilka dni później otrzymała Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki wraz z Pierrem Agostinim i Ferencem Krauszem.



GABRIEL PANKOW
RZECZNIK DZIAŁU TECHNIKA LASEROWA

