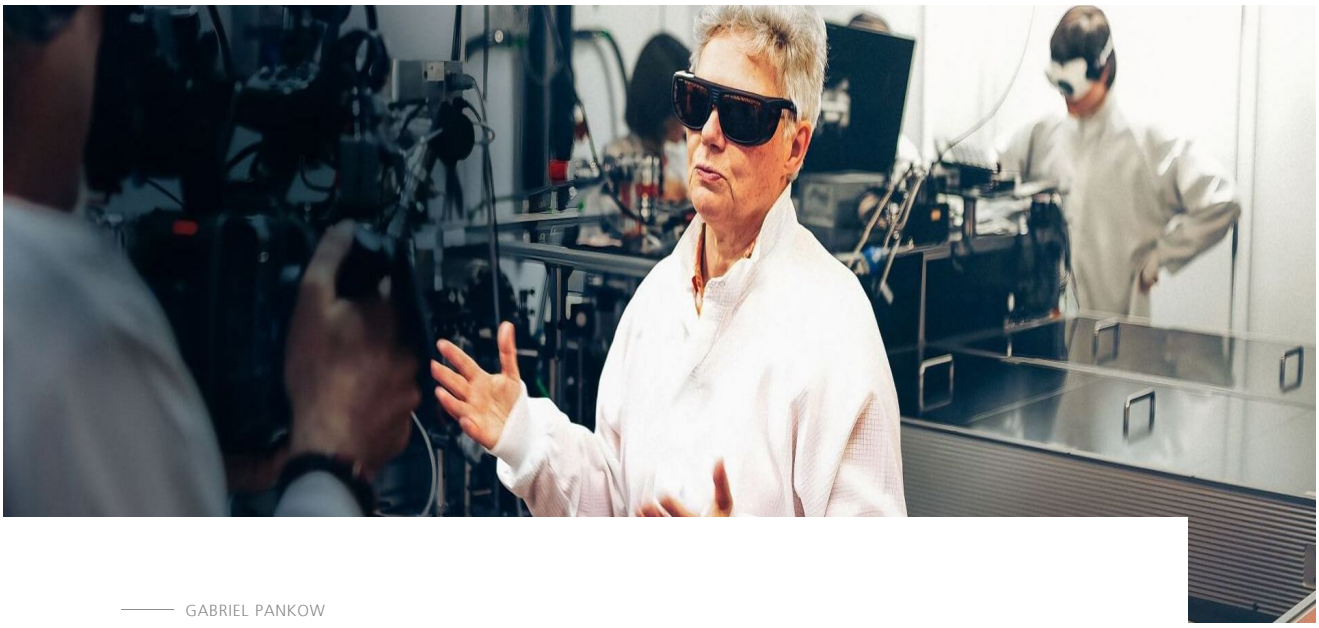


GABRIEL PANKOW

Wywiad z laureatk□ Nagrody Nobla z fizyki Anne L'Huillier

Nagrod□ Nobla w dziedzinie fizyki za rok 2023 otrzymali Anne L'Huillier oraz jej wspó□pracownicy Pierre Agostini i Ferenc Krausz. Zaledwie kilka dni wcze□niej fundacja Berthold Leibinger Stiftung uhonorowa□a t□ fizyczk□ j□drow□ Nagrod□ Przysz□o□ci. W ekskluzywnym wywiadzie Anne L'Huillier, która w□a□nie otrzyma□a Nagrod□ Nobla w dziedzinie fizyki, wyja□nia, dok□d prowadz□ badania nad najkrótszymi na □wiecie b□yskami laserowymi.

Pani L'Huillier, je□eli zosta□aby Pani zapytana na grillu, czym si□ Pani zajmuje: co by pani odpowiedzia□a?

L'Huillier: Opracowa□am sobie odpowied□ na takie sytuacje, z której jestem ca□kiem zadowolona. Mówi□ wtedy: pracuj□ na styku fizyki laserowej i fizyki atomowej. Nasz zespó□ u□ywa krótkich, bardzo, bardzo krótkich impulsów laserowych, takich jak lampa b□yskowa aparatu. U□ywamy ich do filmowania niezwykle szybkich ruchów, na przyk□ad elektronów.

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

L'Huillier: Impulsy o d□ugo□ci kilku attosekund.

Jak mo□na sobie wyobrazi□ attosekundy?

L'Huillier: Nie jest to mo□liwe. Istniej□ ró□ne próby wizualizacji tego krótkiego okresu czasu. Porównanie, którego czasami u□ywam, brzmi nast□puj□co: jedna attosekunda ma si□ do jednej sekundy tak, jak jedna sekunda ma si□ do ca□ego wieku wszech□wiata, tj. 14 miliardów lat. Ale czy to rzeczywi□cie co□ wyja□nia? Podchodz□ do tego sceptycznie. Pomaga to Pani?

Powiedzmy, □e odrobin□.

L'Huillier: Musimy po prostu zaakceptowa□ fakt, □e nie mo□na tego zrozumie□ za pomoc□ naszego ludzkiego poczucia czasu. Na szcz□□cie nie jeste□my od tego zale□ni. W ko□cu mamy do dyspozycji abstrakcyjne metody oferowane przez matematyk□ i teori□, a tak□e praktyczne eksperymenty. Attosekunda ma zatem d□ugo□□ 10^{-18} sekund. O wiele bardziej interesuj□ce ni□ my□lenie o d□ugo□ci attosekundy jest pytanie, dlaczego w ogóle chcemy wnika□ w tak krótkie skale czasowe.

Dobrze. Dlaczego potrzebujemy impulsów attosekundowych?

L'Huillier: Istniej□ procesy w przyrodzie, które zachodz□ tak szybko, □e mo□emy je mierzy□ tylko za pomoc□ attosekundowych impulsów □wiat□a. Najwa□niejsze s□ ruchy elektronów. Im krótszy jest nasz b□ysk, czyli impuls, tym dok□adniej obserwujemy proces. W tej chwili moja grupa badawcza nadal rejestruje g□ównie procesy zachodz□ce w prostych atomach i wokó□ nich,

poniewa□ jest to □atwiejsze. Je□li jeszcze troch□ to dopracujemy, mo□liwe b□dzie obserwowanie ruchów elektronów w bardziej z□o□onych uk□adach, na przyk□ad w moleku□ach. Reakcje chemiczne zachodz□, gdy elektrony si□ poruszaj□. Te pocz□tkowe ruchy b□d□ pewnego dnia mierzalne.

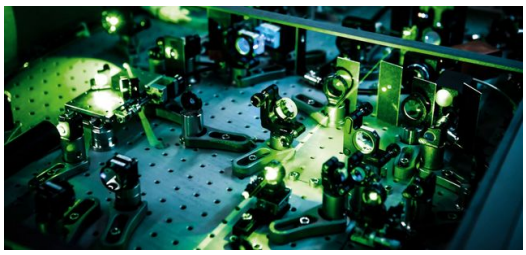
I co wtedy?

L'Huillier: Mo□liwo□□ zmierzenia czego□ to pierwszy warunek, by to kontrolowa□. Tak wi□c d□ugoterminowym celem jest kontrolowanie reakcji chemicznych na poziomie elektronów.

Co b□dzie dzi□ki temu mo□liwe?

L'Huillier: Trudno jest przedstawi□ dobrze zdefiniowan□ wizj□. Mamy tu do czynienia z badaniem podstawowym.

Prof. Anne L'Huillier otworzy□a kiedy□ drzwi do fizyki attosekundowych impulsów laserowych. Obecnie jej badania koncentruj□ si□ na elektronach.



Zespó□ badawczy z Lund w Szwecji wykorzystuje femtosekundowe impulsy laserowe do generowania tak zwanych wysokich harmonicznych. U□ywaj□ ich do generowania attosekundowych impulsów laserowych i wykorzystuj□ je do obserwacji procesów atomowych.

W 1987 roku odkry□a Pani w eksperymencie, jak generowa□ tak zwane wysokie harmoniczne. Warunek wst□pny generowania impulsów attosekundowych.

L'Huillier: Tak, to by□ szcz□□liwy zbieg okoliczno□ci! Zawsze najlepiej jest natkn□□ si□ na co□, czego si□ nie spodziewali□my. Pojawia si□ wtedy co□, nad czym mo□na pog□ówkowa□. W tamtym czasie chcieli□my bombardowa□ gazy szlachetne intensywnym □wiat□em laserowym i bada□ efekty fluorescencji. Okaza□o si□, □e najsilniejsze □wiat□o, jakie mo□na by□o zaobserwowa□, nie by□o fluorescencyjne, ale wysokie harmoniczne cz□stotliwo□ci lasera. To odkrycie zmieni□o moj□ karier□. Dzi□ki wysokim harmonicznym mo□liwe by□o pó□niej generowanie impulsów attosekundowych, czym zajmuj□ si□ do dzi□.

Czy mo□na sobie wyobrazi□ chocia□ wysokie harmoniczne?

L'Huillier: Tak, mo□na! Mam porównanie, które obrazuje to znacznie lepiej ni□ to z wszech□wiatem i attosekundami. Kiedy pociera si□ strun□ skrzypiec smyczkiem, nie wytwarza si□ tylko czystego tonu, tj. czystej cz□stotliwo□ci tonu. Powstaj□ równie□ inne cz□stotliwo□ci. W muzyce nazywa si□ to alikwotami. Nadaj□ one d□wi□kowi jego barw□. Alikwoty to w□a□nie harmoniczne. Co□ podobnego dzieje si□, gdy gaz jest wystawiony na dzia□anie intensywnych femtosekundowych impulsów laserowych w okre□lonych warunkach: generowane s□ nowe cz□stotliwo□ci laserowe o znacznie krótszej d□ugo□ci fali. Wysokie harmoniczne to alikwoty fizyki laserowej.

Co mo□na zrobi□ z impulsami □wiat□a o wysokiej harmonicznej?

L'Huillier: Nast□pnym krokiem jest wytworzenie impulsów attosekundowych. S□ one jednak równie□ przydatne same w sobie. Obecnie wspó□pracujemy z producentem systemów litograficznych i technologii pomiarowych dla przemys□u pó□przewodnikowego. Pomys□ polega na wykorzystaniu wysokich harmonicznych do testowania ma□ych struktur na pó□przewodnikach. Jako □e zajmuj□ si□ badaniami podstawowymi, jest to dla mnie niezwykle konkretny projekt. Jestem zaskoczona i ciesz□ si□, □e nasza praca mo□e by□ przydatna dla spo□ecze□stwa.

Czy technologia laserowa równie□ korzysta z Pani bada□?

L'Huillier: Tak. Przez dziesi□ciolecia w dziedzinie fizyki attosekundowej wielokrotnie zach□cali□my producentów laserów do opracowywania nowych i lepszych laserów o ultrakrótkim czasie impulsu. Z kolei dla nas korzystne s□ oczywi□cie lepsze □ród□a laserowe. Im lepsze pocz□tkowe □ród□o wi□zki, tym lepsze wysokie harmoniczne i tym lepsze impulsy attosekundowe. Zaowocuje to dla nas nowymi osi□gni□ciami technicznymi, takimi jak metody diagnostyczne i pomiarowe w dziedzinie technologii obróbki laserowej o ultrakrótkich impulsach. Zatem te dwie dziedziny stale si□ nawzajem nap□dzaj□. Oprócz tych przyjemnych efektów jest jednak co□, co jest dla mnie najwa□niejsze w mojej pracy.

Co jest zatem dla Pani najwa□niejsze?

L'Huillier: Jestem naukowczyni□. Ale jestem te□ nauczycielk□. Mam przywilej kszta□cenia wielu m□odych ludzi i

obserwowania, jak ich wiedza si□ rozwija. Uwa□am to za mój najwi□kszy wk□ad.

Anne L'Huillier jest profesorem fizyki atomowej na Uniwersytecie Lund w Szwecji. Jest uwa□ana za jedn□ z najwa□niejszych wspó□za□o□ycielek dziedziny bada□ fizyki attosekundowej. W 2023 roku L'Huillier otrzyma□a Nagrod□ Przysz□o□ci fundacji Berthold Leibinger Stiftung za swoje osi□gni□cia badawcze. Kilka dni pó□niej otrzyma□a Nagrod□ Nobla w dziedzinie fizyki wraz z Pierrem Agostinim i Ferencem Krauszem.

GABRIEL PANKOW
RZECZNIK DZIAŁU TECHNIKA LASEROWA