



Warszawa, 16 lutego 2011

W Krakowie ruszył atomowy wzorzec czasu dla jednego z najdokładniejszych zegarów świata

Od 2008 roku polscy fizycy pracują nad skonstruowaniem optycznego zegara atomowego, urządzenia o wyjątkowej dokładności, mylącego się zaledwie sekundę na kilkadziesiąt miliardów lat. W Zakładzie Fotoniki Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego właśnie uruchomiono ostatni z trzech kluczowych podzespołów zegara: atomowy wzorzec czasu, zbudowany z użyciem zimnych atomów strontu. Sam zegar ruszy jeszcze w tym roku.

Budowa polskiego optycznego zegara atomowego, urządzenia o precyzji wyjątkowej w skali świata, wkrótce wejdzie w końcową fazę. W Zakładzie Fotoniki Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego grupa prof. dr. hab. Wojciecha Gawlika właśnie uruchomiła ostatni z kluczowych podzespołów potrzebnych do skonstruowania zegara: wzorzec atomowy wykorzystujący zimne atomy strontu. Po zakończeniu testów urządzenie zostanie przetransportowane do Krajowego Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej (KL FAMO) w Toruniu, gdzie fizycy połączą je z dwoma pozostałymi podzespołami: grzebieniem optycznym przygotowanym przez grupę prof. dr. hab. Czesława Radzewicza z Uniwersytetu Warszawskiego (UW) oraz ultraprecyzyjnym laserem skonstruowanym pod kierownictwem dr. hab. Romana Ciuryłły na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika (UMK).

Precyzyjne pomiary czasu mają kluczowe znaczenie dla efektywnego funkcjonowania naszej cywilizacji. Bez nich przestałyby działać współczesne systemy telekomunikacyjne i nawigacyjne, zwłaszcza satelitarne. Superdokładne zegary są również niezbędne naukowcom podczas badań nad fundamentalnymi cechami rzeczywistości, m.in. przy sprawdzaniu, czy stałe fizyczne rzeczywiście nie zmieniają swych wartości, oraz do testowania, w jakim zakresie ogólna teoria względności poprawnie opisuje Wszechświat.

Projekt budowy polskiego optycznego zegara atomowego, finansowany wyłącznie przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, rozpoczął się dwa lata temu i jest realizowany przez grupy fizyków z całego kraju, współdziałające obecnie w ramach Narodowego Laboratorium Technologii Kwantowych. Teoretyczna dokładność pomiarów czasu powstającego zegara będzie dwa rzędy wielkości większa od najdokładniejszych zegarów cezowych, używanych teraz m.in. do wyznaczania standardu światowej sekundy. „Polski zegar będzie się mylił zaledwie sekundę na kilkadziesiąt miliardów lat, co jest okresem kilkukrotnie dłuższym od tego, jaki upłynął od Wielkiego Wybuchu. Tak precyzyjne urządzenia do pomiaru czasu można dziś znaleźć zaledwie w paru ośrodkach badawczych na świecie” – mówi prof. dr. hab. Wojciech Gawlik, kierujący zespołem fizyków z Krakowa.

Wszystkie zegary wykorzystują pewien wzorzec czasu, zjawisko fizyczne o charakterze periodycznym. W zegarku na rękę wzorcem jest rezonator kwarcowy, w którym oscyluje kryształ kwarcu. W powszechnie stosowanych zegarach atomowych wykorzystuje się jedno z przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomach cezu. Krakowscy fizycy skonstruowali natomiast wzorzec działający na atomach strontu, w których przejścia elektronu między pewnymi poziomami energetycznymi wymagają pochłaniania i emitowania światła o częstotliwości znacznie większej niż w cezie, leżącej w zakresie optycznym (stąd przymiotnik „optyczny” w nazwie zegara). Schwyte w pułapce laserowej atomy strontu są izolowane od otoczenia i chłodzone laserowo do ekstremalnie niskiej temperatury, rzędu mikrokelwinów. W tych warunkach prawdopodobieństwo zderzeń między atomami jest niskie, co znacząco redukuje możliwość występowania zakłóceń. Nowy wzorzec właśnie przechodzi pierwsze testy.

Wzorzec czasu na atomach strontu jest jednym z podzespołów optycznego zegara atomowego. Zostanie użyty do stabilizowania częstotliwości zbudowanego w Toruniu ultraprecyzyjnego lasera. To właśnie drgania pola elektrycznego emitowanej przez laser fali świetlnej będą zliczane jako elementarne, powtarzające się z ogromną precyzją odcinki czasu. Jednak laser pracuje z tak wielką częstotliwością, że zliczanie pojedynczych oscylacji wykracza poza możliwości układów elektronicznych. Potrzebne jest więc narzędzie pełniące rolę przekładni zębatej. Jest nim grzebień częstotliwości – zbiór bardzo wielu fal świetlnych o wąskich, równoodległych częstotliwościach. Grzebień, wytwarzany przez laser generujący ultrakrótkie impulsy światła, pozwala w sposób synchroniczny i bez błędów przenosić oscylacje wzorca atomowego w obszar częstotliwości radiowych, dających się zliczać elektronicznie. Grzebień częstotliwości został już zbudowany przez naukowców z Laboratorium Procesów Ultraszybkich Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego i wstępnie sprzężony z komercyjnym referencyjnym laserem o stabilizowanej częstotliwości światła. Trwają prace nad sprzężeniem go z ultraprecyzyjnym laserem, zbudowanym w Krajowym Laboratorium FAMO w Toruniu.

„Nasz wzorzec atomowy na atomach strontu jest trzecim, ostatnim elementem układanki. Za kilka miesięcy, po testach i przetransportowaniu go do Torunia, będziemy mogli zacząć składać zegar w całość” – podkreśla prof. Gawlik.

Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych (nltk.fuw.edu.pl) to konsorcjum złożone z wiodących w kraju jednostek naukowych zajmujących się badaniami w zakresie technologii kwantowych, w tym informatyki kwantowej, inżynierii kwantowej oraz dziedzin pokrewnych. W skład NLTK wchodzi: Uniwersytet Warszawski, Politechnika Wrocławska, Instytut Fizyki PAN, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Gdański, Uniwersytet Łódzki i Centrum Fizyki Teoretycznej PAN. W pięciu spośród ośmiu instytucji tworzących konsorcjum NLTK (UW, PWr, IF PAN, UMK, UJ) jest realizowany projekt o tej samej nazwie, którego celem jest utworzenie i wyposażenie członkowskich jednostek naukowych w sprzęt niezbędny do prowadzenia wspólnych badań naukowych oraz badawczo-rozwojowych na światowym poziomie. Projekt Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013, Priorytet 2. Infrastruktura sfery B+R, Działanie 2.2 „Wsparcie tworzenia wspólnej infrastruktury badawczej jednostek naukowych”.

UWAGI DLA REDAKTORÓW:

1. Nie należy zmieniać kolejności przymiotników w nazwie typu polskiego zegara. „Optyczny zegar atomowy” i „atomowy zegar optyczny” to różne urządzenia.

KONTAKTY DO NAUKOWCÓW:

prof. dr hab. **Wojciech Gawlik**
Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego
tel. +48 12 6635656
email: gawlik@uj.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://nltk.fuw.edu.pl/>
Strona Narodowego Laboratorium Technologii Kwantowych.

<http://www.if.uj.edu.pl/pl/ZF/>
Strona Zakładu Fotoniki Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego.

<http://ultrafast.fuw.edu.pl/>

Strona Laboratorium Procesów Ultraszybkich Instytutu Fizyki Doświadczalnej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

NLTK110216b_fot01s.jpg

HR: http://nltk.fuw.edu.pl/pliki/NLTK110216b_fot01.jpg

W Krakowie powstał ultradokładny wzorzec czasu działający na atomach strontu, jeden z trzech podstawowych elementów nowego polskiego optycznego zegara atomowego. Prof. Gawlik (po prawej) jest laureatem programu Team Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. (Źródło: Krzysztof Sordyl)



INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

