

## Nagrody Nobla 2023

Tegoroczną Nagrodę Nobla z Fizyki za *metody doświadczalne, które pozwalają wytwarzać attosekundowe impulsy światła umożliwiające badanie dynamiki elektronów w materii*, otrzymali:

- Pierre Agostini,  
The Ohio State University, Columbus, USA,
- Ferenc Krausz,  
Max Planck Institute of Quantum Optics, Garching  
i Ludwig-Maximilians-Universität München, Niemcy,
- Anne L’Huillier,  
Lund University, Szwecja.

Nie tak dawno ( $\Delta_{20}^4$ ,  $\Delta_{20}^5$ ) Piotr Fita w swoim dwuczęściowym artykule (za który otrzymał również bardzo prestiżową Nagrodę Dziekanów za najlepszy artykuł w *Delcie*) objaśniał, za co przyznano Nagrodę Nobla z Fizyki w roku 2018. Połowę tej nagrody otrzymali wtedy Gérard Mourou i Donna Strickland za *metodę generowania ultrakrótkich impulsów laserowych o wysokiej energii*.

Czym są nagrodzone w 2018 roku femtosekundowe impulsy światła (trwające od kilku do kilkuset fs), bardzo obrazowo opisał w  $\Delta_{20}^5$  Piotr Fita. Zachęcam do zajrzenia do tego tekstu. Przypomnijmy tylko, że femtosekunda (fs) to  $10^{-15}$  s. Czas trwania impulsów generowanych przez Noblistów z roku 2023 jest jeszcze krótszy i schodzi poniżej magicznej granicy 1 fs, dlatego ich długość wyraża się w attosekundach ( $1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s} = 10^{-3} \text{ fs}$ ). Na razie są to setki attosekund, ale to już wystarczy, żeby zacząć oswajając się z nowym terminem – *fizyka attosekundowa* i zapamiętać znaczenie kolejnego przedrostka, czyli *atto*, który znaczy  $10^{-18}$ . Zapewne stanie się teraz modny i używany coraz częściej.

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że w odstępie kilku lat Nagrodę Nobla z Fizyki przyznano za bardzo podobne odkrycia. Jak zwykle, okazuje się jednak, że diabeł tkwi w szczegółach, i nagrody przyznano za pokrewne, ale jednak różne odkrycia.

Aby zejść poniżej 1 fs z długością impulsu, nie wystarczy doskonalic metody wytwarzania impulsów femtosekundowych, opisane w  $\Delta_{20}^5$ . Na drodze stoi pewien fundamentalny problem, który musieli pokonać tegorocznymi Noblistami. Skracanie długości trwania impulsu przekłada się na skracanie długości tego impulsu w przestrzeni. W pewnym momencie dochodzimy do długości przestrzennej impulsu, która staje się porównywalna z długością fali. Impuls na pewno nie może być krótszy od tej długości, a zwykle jest co najmniej kilka razy dłuższy. Aby więc wytworzyć impulsy krótsze niż 1 fs, konieczne było wykorzystanie do tego fali o dużo mniejszej długości niż światło widzialne, czyli nadfioletu. A do generowania attosekundowych impulsów w nadfiolecie potrzebne było stworzenie zupełnie nowych metod – i za to właśnie została przyznana tegoroczna Nagroda Nobla z Fizyki.

Do czego mogą przydać się tak krótkie impulsy? Do badania procesów zachodzących bardzo szybko. W Internecie można znaleźć wiele filmów nagrywanych bardzo szybkimi kamerami, na których w zwolnionym tempie można zobaczyć kule karabinowe przebijające przedmioty, pękające balony z wodą, tłuczone szkło itp. Filmy kręcone są kamerami rejestrującymi tysiące, dziesiątki albo nawet setki tysięcy klatek na sekundę. Następnie odtwarzane są z prędkością 25 klatek na sekundę, co pozwala nam zobaczyć procesy, które normalnie trwają krócej niż przysłowiowe mgnienie oka i dlatego nie jest możliwe zaobserwowanie ich bezpośrednio. Ultrakrótkie impulsy laserowe wykorzystuje się do badania bardzo szybkich procesów w cząsteczkach, np. tworzenia wiązań chemicznych. Impuls spełnia rolę podobną do roli lampy błyskowej lub stroboskopu w tradycyjnej fotografii – pozwala na próbkowanie i obrazowanie badanej cząsteczki w poszczególnych etapach badanego procesu. Istotne jest, aby czas trwania następujących po sobie impulsów (błysków) był znacznie krótszy niż czas samego procesu.

Impulsy femtosekundowe pozwalały na śledzenie przebiegu reakcji chemicznych lub obserwowanie, jak w czasie drgań cząsteczek poruszają się poszczególne atomy. Impulsy attosekundowe umożliwiają śledzenie losów pojedynczych elektronów w atomach i cząsteczkach. Czyli fizyka attosekundowa daje możliwość badania procesów zachodzących jeszcze szybciej, których nie można było badać w ramach fizyki femtosekundowej.

Tegoroczna Nagroda Nobla z Chemii została natomiast przyznana za badania z pogranicza chemii i fizyki. Za *odkrycie i syntezę kropek kwantowych* uhonorowani zostali:

- Mouni G. Bawendi,  
Massachusetts Institute of Technology (MIT),  
Cambridge, USA,
- Louis E. Brus,  
Columbia University, Nowy York, USA,
- Alexei I. Ekimov,  
Nanocrystals Technology Inc., Nowy York, USA.

Kropki kwantowe stanowią od wielu lat obiekt zainteresowania zarówno chemików, fizyków, jak i inżynierów. Są to cząsteczki tak małe, że ujawniają się w nich efekty kwantowe, to znaczy, że do opisanie ich niezwykłych własności niezbędna jest mechanika kwantowa. Jedną z tych własności jest np. zależność koloru kropki od rozmiaru – znalazła już zastosowanie w konstrukcji wyświetlaczy i monitorów (technologia QLED). Ale na tym nie kończy się lista ciekawych własności kropek kwantowych.

Obie nagrody dotyczą fascynujących zjawisk i zasługują na dokładniejsze omówienie w osobnych artykułach na łamach *Delty*. Autorzy już ostrzą pióra, więc *stay tuned!*

Szymon CHARZYŃSKI