

Szybciej się nie uda

29 marca 2022

Urządzenia elektroniczne pracują coraz szybciej i szybciej. Jednak w pewnym momencie dotrzemy do momentu, w którym prawa fizyki nie pozwolą na dalsze ich przyspieszanie. Naukowcy z Uniwersytetu Technologicznego w Wiedniu, Uniwersytetu Technologicznego w Grazu i Instytutu Optyki Kwantowej im. Maxa Plancka w Garching określili najkrótszą skalę czasową, w której mogą pracować urządzenia optoelektroniczne.

Podzespoły elektroniczne pracują w określonych interwałach czasowych i z sygnałami o określonej długości. Procesy kwantowo-mechaniczne, które umożliwiają wygenerowanie sygnału, trwają przez pewien czas. I to właśnie ten czas ogranicza tempo generowania i transmisji sygnału. Jego właśnie udało się określić austriacko-niemieckiemu zespołowi.

Naukowcy, chcąc dotrzeć do granic tempa konwersji pól elektrycznych w sygnał elektryczny, wykorzystali impulsy laserowe, czyli najbardziej precyzyjne i najszybsze dostępne nam pola elektromagnetyczne. O wynikach swoich badań poinformowali na łamach Nature Communications.

„Badaliśmy materiały, które początkowo w ogóle nie przewodzą prądu” – mówi profesor Joachim Burgdörfer z Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Technologicznego w Wiedniu. „Materiały te oświetlaliśmy ultrakrótkimi impulsami lasera pracującego w ekstremalnym ultrafiolecie. Impulsy te przełączały wzbudzały elektrony, które wchodziły na wyższy poziom energetyczny i zaczynały się swobodnie przemieszczać. W ten sposób laser zamieniał na krótko nasz materiał w przewodnik”. Gdy tylko w materiale pojawiały się takie swobodne elektrony, naukowcy z pomocą drugiego, nieco dłuższego impulsu laserowego, przesuwali je w konkretnym kierunku. W ten sposób dochodziło do przepływu prądu

elektrycznego, który rejestrowano za pomocą elektrod po obu stronach materiału.

Cały proces odbywał się w skali atto- i femtosekund. „Przez długi czas uważano, że zjawiska te powstają natychmiast. Jednak obecnie dysponujemy narzędziami, które pozwalają nam je precyzyjnie badać” – wyjaśnia profesor Christoph Lemell z Wiednia. Naukowcy mogli więc odpowiedzieć na pytanie, jak szybko materiał reaguje na impuls lasera, jak długo trwa generowanie sygnału i jak długo sygnał ten trwa.

Eksperyment był jednak obarczony pewną dozą niepewności związaną ze zjawiskami kwantowymi. Żeby bowiem zwiększyć tempo, konieczne były ekstremalnie krótkie impulsy lasera, by maksymalnie często dochodziło do tworzenia się wolnych elektronów. Jednak wykorzystanie ultrakrótkich impulsów oznacza, że nie jesteśmy w stanie precyzyjnie zdefiniować ilości energii, jaka została przekazana elektronom. „Możemy dokładnie powiedzieć, w którym momencie w czasie dochodziło do tworzenia się ładunków, ale nie mogliśmy jednocześnie określić, w jakim stanie energetycznym one były. Ciała stałe mają różne pasma przewodzenia i przy krótkich impulsach laserowych wiele z nich jest wypełnianych wolnymi ładunkami w tym samym czasie” – dodaje Lemell.

Elektrony reagują różnie na pole elektryczne, a reakcja ta zależy od tego, jak wiele energii przenoszą. Jeśli nie znamy dokładnie tej wartości, nie możemy precyzyjnie ich kontrolować i dochodzi do zaburzeń przepływu prądu. Szczególnie przy bardzo intensywnej pracy lasera.

Okazuje się, że „górną granicą możliwości kontrolowania procesów optoelektronicznych wynosi około 1 petaherca” – mówi Joachim Burgdörfer. To oczywiście nie oznacza, że będziemy kiedykolwiek w stanie wyprodukować układy komputerowe z zegarami pracującymi nieco poniżej petaherca. Realistyczne możliwości technologii są zwykle znacznie niższe niż granice fizyczne. Jednak mimo tego, że nie jesteśmy w stanie pokonać

praw fizyki, badania nad limitami fizycznych możliwości pozwalają na ich analizowanie, lepsze zrozumienie i udoskonalanie technologii.

Autorstwo: Mariusz Błoński

Na podstawie: Tuvien.at

Źródło: KopalniaWiedzy.pl