

Ultraszybki nanotermometr kriogeniczny

Choć nie zdajemy sobie z tego sprawy, wiele z otaczających nas urządzeń, to urządzenia wykorzystujące właściwości ciał w bardzo niskich temperaturach, niższych niż -269°C (jest to temperatura wrzenia ciekłego helu). Elementy kriogeniczne posiada choćby aparat do rezonansu magnetycznego, wykorzystywany w diagnostyce medycznej, czy detektory stosowane dla bezpieczeństwa publicznego na lotniskach. Opracowanie kriogenicznego termometru osiągającego nanosekundową rozdzielczość to cel badań dra inż. Macieja Zgirskiego z Instytutu Fizyki PAN, finansowanych w programie FIRST TEAM 1/2016 realizowanym przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.

Taki termometr, oparty na dobrze znanym nadprzewodzącym złączu Josephsona, umożliwi pomiar czasów termicznej relaksacji nanostruktur, pomiar ciepła właściwego i przewodnictwa cieplnego w nanoskali. To z kolei pozwoli na badanie mechanizmów przepływu ciepła w obrębie nanostruktur.

„Proponujemy innowacyjną metodę pomiaru złącza opartą na technice impulsowej umożliwiającej pomiar temperatury z rozdzielczością nanosekundową. Nikt do tej pory nie potrafił mierzyć temperatury tak szybko. W ramach projektu chcemy stworzyć nowy paradygmat pomiaru temperatury i wykorzystać go do analizy dynamicznych procesów termicznych w nanoskali. Termometr zostanie wykorzystany do pomiaru relaksacji temperatury w nanodruciku nadprzewodzącym, w cienkiej warstwie metalicznej oraz do analizy przepływu ciepła pomiędzy dwoma miejscami nanostruktury (ciepło mogą przenosić tzw. gorące elektrony, fonony lub fotony). W dalszej części projektu zaprezentujemy kalorymetr (urządzenie do pomiaru ciepła) oparty na nowym termometrze, który pozwoli wyznaczyć ciepło właściwe i przewodnictwo cieplne nanostruktur. W ten sposób nie tylko poszerzymy naszą wiedzę na temat termodynamicznych właściwości materiałów i mikroukładów w nanoskali, ale rezultaty naszych badań będą mogły zostać wykorzystane do budowy ultraszybkich detektorów promieniowania. Detektory takie są bardzo przydatne w ochronie publicznej (na lotniskach, czy stadionach), w medycynie i w badaniach astronomicznych” – podkreśla dr Maciej Zgirski.

Szybkie testowanie temperatury jest również kluczowe w analizie zaburzeń działania urządzeń kriogenicznych (np. komputerów kwantowych) i konieczne do ich optymalizacji. Chociaż badania będą prowadzone na złączach opartych o aluminium, to zastosowane podejście będzie można wykorzystać także do złączy opartych na niobie ($T_C \sim -264^{\circ}\text{C}$) lub wykonanych z nadprzewodników wysokotemperaturowych ($T_C \sim -196^{\circ}\text{C}$).

Dr inż. Maciej Zgirski ukończył Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej na Politechnice Warszawskiej. Tytuł doktora fizyki uzyskał na University of Jyväskylä w Finlandii. Odbił staże podoktoranckie w grupie Quantronics we Francji (CEA Saclay) i PICO w Finlandii (Aalto University). Specjalizuje się w eksperymentalnej fizyce nadprzewodników ze szczególnym uwzględnieniem złącza Josephsona.