

Technologia oparta na półprzewodnikach zrewolucjonizowała niemal każdą dziedzinę ludzkiego życia. Korzystamy z niej na co dzień w naszych telefonach komórkowych, komputerach oraz do najbardziej wymagających rzeczy takich jak projektowanie leków czy w przemyśle kosmicznym. Nic więc dziwnego, że ciągle szukamy sposobów na ulepszenie tej technologii. Możliwości krzemu, pierwiastka na którym w znakomitej większości oparty jest przemysł półprzewodnikowy zostały przez nas prawie całkowicie wykorzystane. Z tego powodu wysiłki badaczy na całym świecie ukierunkowane są na szukanie alternatywnych materiałów i rozwiązań które mogłyby przesunąć granicę możliwości technologii półprzewodnikowej.

Niespełna 10 lat temu odkryto nową fazę materii – Izolatory topologiczne. Są to materiały które przewodzą prąd tylko po swojej powierzchni (lub brzegu) podczas gdy ich wnętrze zachowuje się jak izolator. Istnienie tych metalicznych, powierzchniowych stanów spowodowane jest szczególną symetrią oddziaływań między elektronami (symetrią odwrócenia czasu) oraz zjawiskami z zakresu fizyki relatywistycznej. Do opisu symetrii tych oddziaływań stosowany jest dział matematyki zwany topologią – stąd nazwa izolatory topologiczne. Ponieważ elektrony poruszające się po powierzchni tych materiałów są odporne na pewien rodzaj rozproszeń, materiały te mogą przewodzić prąd elektryczny ze stratami ciepła mniejszymi niż materiały konwencjonalne. Z tego powodu są one bardzo interesujące dla potencjalnych zastosowań w elektronice.

Te intrygujące materiały zostały odkryte dopiero w XXI wieku, ponieważ obecność nośników powierzchniowych jest ukryta przez dominujący wkład objętości. To co w opisie teoretycznym jest izolatorem, w rzeczywistości okazuje się być świetnie przewodzącym materiałem którego wkład jest dominujący i nie pozwala na łatwą detekcję własności powierzchniowych.

Badania zaproponowane w projekcie mają na celu zrozumienie jakie własności magnetyczne mają metaliczne stany obecne na powierzchni izolatorów topologicznych. Zbadamy w jaki sposób reagują one na zewnętrzne pole magnetyczne. Następnie, poprzez wprowadzenie domieszek magnetycznych do kryształów topologicznych sprawdzimy jak wewnętrzny porządek magnetyczny wpłynie na zachowanie topologicznych stanów powierzchniowych.

Zrozumienie zjawisk zachodzących pomiędzy stanami topologicznymi a zewnętrznym oraz wewnętrznym polem magnetycznym jest kluczowe dla poznania natury materii topologicznej i w długiej perspektywie czasowej może doprowadzić do stworzenia urządzeń opartych na topologicznych własnościach tych wyjątkowych materiałów.