

Sterowanie magnetyzmem dwuwymiarowych heterostruktur zawierających antymonen

Antymonen jest nowym dwuwymiarowym materiałem (2D) i podobnie jak w innych tego typu strukturach tworzy go najcieńsza możliwa warstwa, w tym przypadku złożona z atomów antymonu. W swoim naturalnym stanie antymon jest niemagnetycznym kryształem. Według teoretycznych obliczeń odpowiednia modyfikacja pojedynczej warstwy atomów antymonu, czyli antymonenu, może spowodować pojawienie się w niej magnetyzmu.

Teoria przewiduje również, że w pojedynczej warstwie atomów, która dodatkowo jest magnetyczna, spodziewane jest występowanie nowych zjawisk, które nie mogą istnieć w innych, grubszych materiałach. Okazuje się, że te nowe efekty mogą być wykorzystane w elektronice nowej generacji, o ile będą występowały również w pokojowej i wyższych temperaturach. Do tego konieczne jest również współistnienie ferromagnetyzmu w tym zakresie temperatur. Niestety w większości przypadków magnetyzm w materiałach 2D występuje w temperaturach rzędu kilku, kilkadziesiąt kelwinów. Oznacza to, że badania i aplikacje takich materiałów są bardzo mocno ograniczone. Wytworzenie materiałów 2D lub heterostruktur zawierających materiały 2D, które miałyby silne właściwości ferromagnetyczne w pokojowej temperaturze jest bardzo ważnym i oczekiwanym efektem.

Pośród wielu materiałów 2D, te posiadające przerwę energetyczną są szczególnie interesujące, właśnie ze względu na ich potencjalne zastosowania w nowoczesnej elektronice. Takimi obiecującymi kandydatami są wytworzone w ostatnich latach pojedyncze warstwy atomów pierwiastków z XV grupy układu okresowego: fosforen, antymonen i bizmuten. W tej rodzinie antymonen odgrywa ważną rolę ze względu na prostą przerwę energetyczną, dużą ruchliwość nośników ładunku i odporność na zewnętrzne warunki. Przygotowanie antymonenu, który byłby ferromagnetyczny w pokojowej i wyższych temperaturach byłoby ważnym krokiem w kierunku poznawania nowych zjawisk fizycznych i projektowania ultra szybkiej elektroniki.

Głównym celem niniejszego projektu jest wytworzenie antymonenu z silnym magnetyzmem w temperaturze pokojowej. W celu otrzymania magnetycznego stanu pojedynczej warstwy atomów Sb zostanie ona umieszczona w sąsiedztwie atomów innych pierwiastków. Te dodatkowe atomy będąc w bezpośrednim kontakcie z atomami Sb zmodyfikują właściwości antymonenu poprzez np. dostarczanie dodatkowych nośników ładunku, czy też zmianę odległości między atomami Sb.

Mając tak przygotowane ferromagnetyczne heterostruktury bazujące na antymonieniu zamierzamy określić ich podstawowe właściwości strukturalne, elektronowe i magnetyczne stosując w tym celu eksperymentalne i obliczeniowe techniki badawcze.