

Dotarcie do granic miniaturyzacji zwi zanej z ziarnisto ci materii stanowi wa ne wyzwanie naszych czasów. Powstaje pytanie, czy dalszy rozwój technologii b dzie ograniczony wskutek przej cia do dyskretnych rozmiarów obiektów – zło onych ju teraz z pojedynczych atomów? Jak ma działa elektronika, w której elektrony maj nie ci głę, a dyskretne dost pne stany energetyczne? A mo e przeciwnie, technologia nie zwolni, ale przyspieszy dzi ki wła ciwemu wykorzystaniu potencjału tkwi cego w pojedynczych jonach i defektach, jak to postuluje solotronika - optoelektronika oparta na pojedynczych domieszkach? Przykładem zwiastuj cym nadej cie solotroniki mo e by pojedyncza domieszka fosforu na powierzchni krzemu, która mo e słu y jako jednoatomowy tranzystor oraz kubit. Podobnie obiecuj ce jest centrum defektowe NV w diamencie, które ju dzi mo e słu y jako qubit pracuj cy w temperaturze pokojowej lub nanosensor lokalnego pola magnetycznego. Szczególnie interesuj cymi domieszkami w kryształach półprzewodnikowych s jony magnetyczne, takie jak jony metali przej ciowych. W przeciwie stwie do typowych atomów tworz cych półprzewodniki, metale przej ciowe maj tylko cz ciowo wypełnion powłok elektronow d. Powłoka ta hybryduje z pasmami kryształu, w który wbudowana jest domieszka, co prowadzi do szeregu ciekawych zjawisk magnetycznych, optycznych i elektrycznych. Wi kszo z tych zjawisk została zbadana dotychczas jako efekt u rednienia własno ci zespołu wielu jonów magnetycznych, z których ka dy oddziałuje ze swoim otoczeniem w troch inny sposób, czego jednak nie dało si ani opisa , ani zastosowa , bo dost p do pojedynczych domieszek był bardzo ograniczony, głównie z powodu braku odpowiednich nanotechnologii i metod eksperymentalnych.

Obecnie, skutecznym narz dziem do operowania spinem pojedynczego jonu magnetycznego jest półprzewodnikowa kropka kwantowa, która zwi ksza oddziaływanie wymienne s,p-d pomi dzy no nikami o jonem magnetycznym. W kropce kwantowej z pojedynczym jonem magnetycznym, stany ekscytonowe s rozszczepione poprzez oddziaływanie s,p-d, co pozwala na jednoznaczny odczyt spinu jonu magnetycznego na podstawie polaryzacji i energii fotonów emitowanych z kropki. Dotychczas metoda ta była wykorzystywana do badania pojedynczych jonów manganu w ró nych kropkach kwantowych np. CdTe, InAs i CdSe. Na podstawie tego, e inne jony magnetyczne takie jak np.  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{2+}$  wygaszaj luminescencj ekscytonow półprzewodników, przez wiele lat uznawano, e nie nadaj si one do wkładania w kropki kwantowe, bo zniszcz dobre własno ci optyczne kropek kwantowych. Niedawno udało si wykaza , e powy sze powszechne przekonanie nie sprawdza si w przypadku pojedynczych domieszek w kropkach kwantowych. W pracy J. Kobak et al., Nature Communications 5, 3191 (2014), udało si wykaza , e efekt wygaszania jest nieistotny dla kropki kwantowe CdTe z pojedynczym jonem  $\text{Co}^{2+}$ . wiadczy o tym podobny czasu ycia ekscytonu w kropce kwantowej z jednym jonem kobaltu i bez niego.

Słaby efekt wygaszania luminescencji w kropce kwantowej z pojedynczym jonem kobaltu sugeruje, e tak e inne metale przej ciowe mog by rozpatrywane jako ciekawe objekty do manipulowania pojedynczym spinem. Poza intensywnie badanym Mn i niedawno wprowadzonym Co, jest jeszcze wielu kandydatów, ale przede wszystkim metale przej ciowe z tej samej grupy: V, Cr, Fe, Ni, Cu, o których wiadomo, e wykazuj oddziaływanie s,p-d ze swobodnymi no nikami. Ze wzgl du na potencjalne zastosowania w przetwarzaniu informacji, przechowywaniu danych i obliczeniach kwantowych, wa ne jest, aby uzyska pełn kontrol nad pojedynczym jonem magnetycznym, co jest pewn wskazówk , niektóre z metali przej ciowych maj wła ciwo ci, których kontrolowa si przy obecnej technologii nie da. W obecnym projekcie twierdzimy, e najbardziej obiecuj ce systemy solotroniczne oparte s na kropkach kwantowych z takimi jonami metali przej ciowych, które maj stabilne izotopy bez spinu j drowego, czyli Fe, Ni, Cr. W projekcie tym b dziemy wytwarza nowe systemy kropek kwantowych z pojedynczymi metalami przej ciowymi. B dziemy planowa nasze struktury tak aby uzyska wysoki stopie kontroli nad wła ciwo ciami pojedynczej domieszki i eby móc zademonstrowa dla niej koherentn manipulacj pojedynczym spinem.