

# Wpływ bombardowania jonowego na oddziaływanie Dzyaloshinskii-Moriya

**Miejsce realizacji:** Zakład Cienkich Warstw, Instytut Fizyki Molekularnej PAN

**Kontakt:** *Opiekun: Prof. dr hab. Feliks Stobiecki*  
*Opiekun pomocniczy: dr inż. Piotr Kuświk*

## Wprowadzenie:

Asymetryczne oddziaływanie wymienne, znane jako oddziaływanie Dzyaloshinskii-Moriya (DM) [3, 4] jest obecnie szeroko badane w układach cienkowarstwowych, w których warstwa ferromagnetyczna wykazuje prostopadłą anizotropię magnetyczną (ang. Perpendicular Magnetic Anisotropy - PMA). Zainteresowanie tymi układami podyktowane jest możliwością ich zastosowania w magnetycznych nośnikach informacji o ekstremalnie wysokiej gęstości zapisu danych oraz w technologiach informatycznych bazujących na ruchu domen lub ścian domenowych, a ostatnio również na kontrolowanej propagacji skyrmionów.

W układach cienkowarstwowych oddziaływanie DM zachodzi na międzywierzchni (interfejsie) pomiędzy spinami subwarstwy ferromagnetyka (FM) za pośrednictwem atomów materiału nieferromagnetycznego, wykazującego silne sprzężenie spin-orbita (np. Ir, Pt) **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..** Najnowsze doniesienia literaturowe pokazujące, że istnieje możliwość modyfikacji znaku oddziaływania poprzez bombardowanie jonowe niskoenergetycznymi jonami  $Ar^+$ . Jednakże, w tym przypadku mechanizm modyfikacji oddziaływania DM jest związany z trawieniem wierzchniej warstwy Pt w układzie Si/Pt/Co/Pt, w konsekwencji prowadząc do silnego zróżnicowania otoczenia warstwy Co. Konsekwencją takiego rozwiązania są znaczne zmiany topografii powierzchni, co w przypadku zastosowań jest niekorzystne. Oczekuje się, że efekt ten można zminimalizować prowadząc proces bombardowania z wykorzystaniem lekkich jonów ( $He^+$ ,  $H^+$ ) o energiach w zakresie 10-100 keV. Kontrolując oddziaływanie DM po każdym etapie bombardowania możliwe będzie zbadanie możliwości modyfikacji oddziaływania DM poprzez mechanizm nie związany z trawieniem.

## Cel naukowy pracy i proponowane metody badawcze:

Celem badań jest modyfikacja oddziaływania DM poprzez bombardowanie jonowe układów warstwowych wykazujących PMA warstw ferromagnetycznych. Oczekujemy, że planowany cel będzie można osiągnąć poprzez bombardowanie jonowe układów warstwowych wykazujących oddziaływanie DM i PMA jonami (np.  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $Ga^+$ ) o energiach rzędu 10–100 keV. Bombardowanie układów cienkowarstwowych jonami prowadzi między innymi do modyfikacji struktury, polegającej na niewielkich przemieszczeniach atomów, dlatego celem poznawczym projektu jest określenie mechanizmów pozwalających opisać i wyjaśnić wpływ bombardowania jonowego na oddziaływanie DM, w zakresie rodzaju (masy), energii i dawki jonów gwarantującym możliwie jak najmniejszy efekt trawienia. Oczekujemy również, że lokalna modyfikacja jonowa wykorzystująca zogniskowaną wiązkę jonów lub bombardowanie jonowe przez maski umożliwi wytworzenie materiałów, które w przyszłości zostaną wykorzystane do opracowania nowych układów magnonicznych o programowalnych właściwościach.

Układy warstwowe typu  $(HM^1/FM/HM^2)_N$ ,  $(HM^1/FM/HM^1)_N$  oraz  $(HM/FM/MO)_N$  (HM- ciężki metal; MO- tlenek metalu, N - liczba repetycji) charakteryzujące się PMA i oddziaływaniem DM wytwarzane będą w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN (IFM PAN) metodami rozpylania jonowego i ablacji laserowej w warunkach ultrawysokiej próżni. Badania strukturalne, statyczne i dynamiczne pomiary właściwości magnetycznych, jak również obserwacje struktury domenowej wykonane zostaną w IFM PAN. Modyfikacja właściwości magnetycznych, w szczególności oddziaływania DM, realizowana z wykorzystaniem bombardowania jonowego prowadzona będzie na Uniwersytecie w Kassel, Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych i Instytucie Maxa Borna w Berlinie, a lokalna modyfikacja wykorzystująca zogniskowaną wiązkę jonów przy współpracy z Wielkopolskim Centrum Zaawansowanych Technologii.