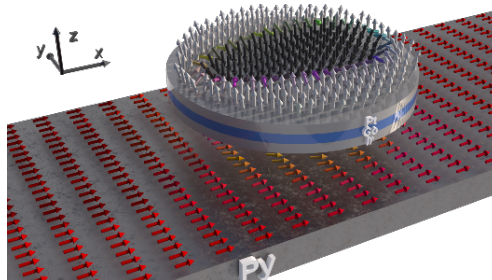


Dynamika topologicznie i energetycznie stabilnych solitonów magnetycznych

M. Krawczyk

*Instytut Spintroniki i Informatyki Kwantowej,
Wydział Fizyki,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2, 61-614 Poznań
e-mail: krawczyk@amu.edu.pl*

Topologicznie chronione tekstury magnetyzacji są nowym typem kwazicząsteczek i interesującym obiektem badań pod względem właściwości fizycznych i potencjalnych zastosowań. Najbardziej znanym przykładem są **skymiony** – będące statycznym solitonem o rozmiarach schodzących nawet do kilku nanometrów, z symetrią kołową i określoną skrętnością magnetyzacji. Prowadzone badania naukowe pozwoliły na wytworzenie materiałów sprzyjających stabilizacji skymionów w temperaturze pokojowej, czyli z minimum energetycznym pokrywającym się z topologiczną ochroną, opracowaniu różnych metod ich generacji i kontroli ich dynamiki, z możliwością wykorzystania do przechowywania i przetwarzania informacji. Podstawowym reprezentantem są tutaj pamięci typu racetrack, czyli trójwymiarowe pamięci magnetyczne o dużej gęstości zapisu. Użycie skymionów pozwala na znaczne zmniejszenie gęstości prądów wykorzystywanych do przesuwania bitów informacji, niż odpowiadające im urządzenia wykorzystujące ściany domenowe, aczkolwiek są inne trudności, które jeszcze wymagają przezwyciężenia. Sieci neuromorficzne i obliczenia stochastyczne aktualnie skupiają uwagę w wielu ośrodkach badawczych. Również tutaj, skymiony i inne topologiczne kwazicząstki mogą odegrać istotną rolę, ze względu na ich małe rozmiary, stabilność, nieliniowość i dużą ruchliwość.



Rysunek 1: Hybrydowa struktura złożona z paska ferromagnetycznego i dysku wielowarstwowego sprzyjającego stabilizacji skymionu. W wyniku oddziaływania magnetostatycznego skymion ulega zwiększeniu i deformacji, generując jednocześnie deformację magnetyzacji w pasku

Odkrytych zostało wiele innych topologicznie chronionych magnetycznych kwazicząsteczek, by wymienić worteksy, anty-skyrmiony, merony, bi-merony stabilizowane w układach cienkowarstwowych czy dwuwymiarowych [1], jak i obiekty trójwymiarowe, np. hopfiony [2], których eksperymentalne poszukiwania wciąż trwają. W prezentacji skupię się na ważnym aspekcie wybranych dwu i trójwymiarowych kwazicząsteczek magnetycznych będących w równowadze (np. w układach hybrydowych, Ry-sunek 1), mianowicie na dynamice skyrmionów i hopfionów [2, 3]. Widmo ich drgań własnych można pogrupować zgodnie z symetrią układu, z dodatkowym wyróżnikiem powiązany z chiralnością. Okazuje się, że kwazicząsteczki topologiczne mają swoje charakterystyczne widma, które mogą posłużyć do ich identyfikacji [2], a ciągle przejścia z jednych stanów topologicznie chronionych do drugich, przy zmianie wybranego parametru i zachowaniu liczby topologicznej [4], pozwalają istotnie zmieniać charakter drgań własnych.

Podziękowania

Badania częściowo sfinansowane z projektu Narodowego Centrum Nauki, projekt SHENG nr 2018/30/Q/ST3/00416 i z Norweskiego Mechanizmu Finansowania na lata 2014-2021, projekt POLS nr 2020/37/K/ST3/02450.

Bibliografia

- [1] Li X., Shen L., Bai Y., Wang J., Zhang X., Xia J., Ezawa M., Tretiakov O. A., Xu X., Mruczkiewicz M., Krawczyk M., Xu Y., Evans R. F. L., Chantrell R. W., Zhou Y., NPJ Comput. Mater. 6, 169 (2020).
- [2] Sobucki K., Krawczyk M., Tartakovskaya E. V., Graczyk P., APL Mater. 10, 091103 (2022).
- [3] Kotus K., Moalic M., Zelent M., Krawczyk M., Gruszecki P., APL Mater. 10, 091101 (2022).
- [4] Mruczkiewicz M., Krawczyk M., Guslienko K. Y., Phys. Rev. B 95, 094414 (2017).