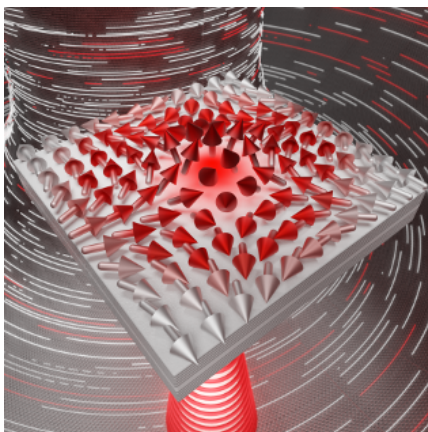


Anty-meron drugiego rzędu, czyli światło udające ferromagnetyk

2021-02-22



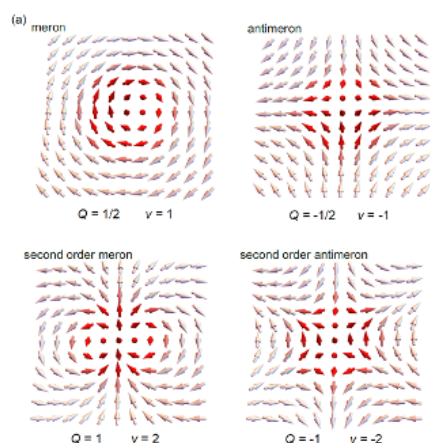
Naukowcy z międzynarodowej grupy badawczej koordynowanej przez Uniwersytet Warszawski wytworzyli w cienkiej warstwie ciekłego kryształu - uwieszonej pomiędzy dwoma lustrami - światło, którego przestrzenny rozkład polaryzacji jest topologicznie pół-skyrmionem (meronem). Skyrmiony są np. spotykane jako elementarne wzbudzenia namagnesowania w dwuwymiarowym ferromagnetyku. Kontrola polaryzacji światła padającego oraz orientacji molekuł ciekłego kryształu pozwoliła na obserwację meronu i anty-meronu pierwszego i - po raz pierwszy - drugiego rzędu. Opracowane urządzenie umożliwia testowanie na stole optycznym zachowania pól wektorowych. Poznanie natury oddziaływania tych obiektów może mieć znaczenie dla zrozumienia funkcjonowania bardziej skomplikowanych układów fizycznych, wymagających bardziej wyrafinowanych metod badawczych (np. temperatur kriogenicznych).



Rys. 1. Tekstura spinowa pół-skyrmionu (meronu) drugiego rzędu obserwowanego na powierzchni dwójłomnej mikrownęki (Źródło: Wydział Fizyki UW, M. Król).

W badaniach naukowych ogromną rolę odgrywają różnego rodzaju pola fizyczne, czyli przestrzenne rozkłady wielkości fizycznych. Przykładowo, mapa pogody przedstawia rozkład temperatury i ciśnienia (są to pola skalarne) oraz prędkości i kierunku wiatru (jest to pole wektorowe). Pole wektorowe niemal każdy nosi na swojej głowie – włosy mają swój początek i koniec (jak wektory). Ponad 100 lat temu L.E.J. Brouwer udowodnił twierdzenie o zaczesywaniu sfery (jest takie!), które mówi, że nie można uczesać włosów na powierzchni kuli tak, żeby nie powstały wiry albo przedziałki.

W magnetyzmie elementarne wzbudzenia dwuwymiarowego pola wektorowego namagnesowania, mające postać wirów, nazywają się skyrmionami. Obchodząc środek takiego wiru zgodnie z ruchem wskazówek zegara obserwujemy, że wektory (włosy, kolce) zaczepione w kolejnych punktach mogą się obracać raz lub wiele razy, zgodnie lub przeciwnie do kierunku obchodzenia (*patrz rys. 2*). Wielkość, która opisuje tę właściwość nazywa się wirowością. Skyrmiony i pół-skyrmiony (tzw. merony) o różnych wirowościach spotyka się w tak różnorodnych układach fizycznych jak materia jądrowa, kondensaty Bosego-Einsteina, cienkie warstwy magnetyczne. Są one także elementem opisu kwantowego efektu Halla, niżów, wyżów i tornad. Szczególnie ciekawe są układy doświadczalne, w których na życzenie można wytworzyć rozmaite pola wektorowe i zbadać, w jaki sposób one na siebie oddziałują.



Rys. 2. Pola wektorowe meronów i anty-meronów pierwszego i drugiego rzędu (Źródło: Wydział Fizyki UW, M. Król).

Naukowcy z Uniwersytetu Warszawskiego, Wojskowej Akademii Technicznej, Uniwersytetu w Southampton, Instytutu Skolkovo pod Moskwą i Instytutu Fizyki PAN wytworzyli w cienkiej warstwie ciekłego kryształu - uwięzionej pomiędzy dwoma niemal perfekcyjnymi lustrami - światło, którego polaryzacja zachowuje się jak pół-skyrmion (meron). Kontrola polaryzacji światła padającego oraz orientacji molekuł ciekłego kryształu pozwoliła na obserwację meronu i anty-meronu pierwszego i - po raz pierwszy - drugiego rzędu (wirowości: -2, -1, 1 oraz 2).

Relatywnie prosta w budowie wnęka optyczna, wypełniona ciekłym kryształem, pozwala naukowcom wytworzyć, obserwować i badać egzotyczne stany polaryzacji światła. Opracowane urządzenie umożliwia testowanie na stole optycznym zachowania pól wektorowych: anihilację, przyciąganie lub odpychanie skyrmionów i meronów. Poznanie natury oddziaływania tych obiektów może mieć znaczenie dla zrozumienia funkcjonowania bardziej skomplikowanych układów fizycznych, wymagających bardziej

wyrafinowanych metod badawczych (np. temperatur kriogenicznych).

Praca *Observation of second-order meron polarization textures in optical microcavities* M. Król et al. ukazała się w czasopiśmie *Optica* vol. 8, 255 (2021).

 [FUW210222a - Merony.pdf \(160.9 kB\)](#)