

Tisková zpráva, Brno, 3. května 2024

Tým fyziků ověřil existenci jevu, který pomůže při výrobě čipů

Vezmete altermagnet, dáte ho pod rentgen, měníte polarizační filtr a pozorujete, jak materiál pohlcuje světlo. Zní to skoro jako pokus z běžné hodiny fyziky, jde však o průlomový experiment, jehož výsledkem je pozoruhodný objev fyziků z Masarykovy univerzity, Akademie věd ČR (AV ČR), Metropolitní univerzity v Ósace a University of Nottingham.

Zvláštnost, která je projevem magnetismu navenek nemagnetického materiálu, tzv. altermagnetu, se podařilo předpovědět již před několika měsíci. Nedávno ho vědci potvrdili také experimentálně. Altermagnety, které identifikovali vědci Fyzikálního ústavu AV ČR, by se díky svým vlastnostem mohly v budoucnu uplatnit např. ve výrobě čipů a elektroniky.

Popsaný jev, který se nazývá magnetický cirkulární dichroismus, spočívá v tom, že pohlcování světla se liší podle polarizace použitého světla. Běžně se tento jev používá ke studiu obvyklého magnetismu (feromagnetů). Jedinečnost nového objevu je v tom, že nyní byl dichroismus poprvé pozorován u materiálu, jenž je navenek nemagnetický a jehož všechny magnetické momenty jsou rovnoběžné, konkrétně u altermagnetu tvořeného tenkou vrstvou teluridu manganu (MnTe). O svém výzkumu a pozorování informoval mezinárodní tým vědců v časopise Physical Review Letters.

„Zatímco u feromagnetu směřují magnetické momenty jednotlivých atomů stejným směrem, u altermagnetu se jejich orientace střídá, takže se navenek materiál jeví jako nemagnetický,“ vysvětluje základní rozdíl Jan Kuneš z Ústavu fyziky kondenzovaných látek Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Altermagnety jsou materiály, které podle vědců představují nadějnou platformou např. pro novou generaci paměťových zařízení a jejich průmyslovou výrobu, nejsou citlivé na rušivá magnetická pole, samy žádné rušivé pole nebudí. „Mohly by mít velmi praktické využití např. při výrobě čipů, které by byly odolnější proti magnetickému poli a možnému znehodnocení,“ zamýšlí se profesor Kuneš. Tzv. spintronicke nanosoučástky založené na altermagnetech by pak mohly přinést prvky s výrazně vyšší rychlostí procesů. Že se u spintroniky nejedná o pouhé teorie, naznačuje již její využití např. u čtecích (snímacích) hlav některých elektronických zařízení nebo v pamětech typu MRAM.

Experimentální pozorování dichroismu navázalo na teoretickou předpověď a kvantově mechanický výpočet závislosti na vlnové délce použitého rentgenového záření, který provedl Atsushi Hariki z Metropolitní univerzity v Ósace. „Spektrální závislost tohoto jevu lze považovat za jakýsi otisk prstu magnetického uspořádání,“ hodnotí své vysoce přesné modely japonský teoretik. Aby mohli vědci experimentálně potvrdit své výpočty a teorie, připravili na Nottinghamské univerzitě tenké vrstvy MnTe a v ultravysokém vakuu je převezli téměř 200 kilometrů do britské národní laboratoře synchrotronového rentgenového zařízení Diamond Light Source poblíž Oxfordu.

Kontakt:

Jan Kuneš, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, M: +420 705 930 425, E: kunes@physics.muni.cz

Karel Výborný, Fyzikální ústav Akademie věd ČR, T: +420 220 318 459, E: vyborny@fzu.cz

Zařízení synchrotron si můžeme představit jako kruh s obvodem stovek metrů, ve kterém lze urychlovat elektrony na rychlost blízkou rychlosti světla. Tehdy vzniká intenzivní záření, např. rentgenové. Tomuto záření vystavili fyzici vrstvu teluridu manganu a postupně měnili vlnovou délku záření. Následně měřili rozdíly v absorpci pravotočivě a levotočivě polarizovaného světla.

„Když se signál ve spektrech vynořil z šumu pozadí, pozoruhodně dobře souhlasil s teoretickou předpovědí,“ popisuje výsledek experimentu britský fyzik Kevin Edmonds z Nottinghamské univerzity. „Experimenty provedené v synchrotronu nejenže potvrdily teoretickou předpověď, ale navíc představují světově první pozorování tohoto jevu,“ objasňuje význam objevu spoluautor teoretické části výzkumu, fyzik Jan Kuneš z Masarykovy univerzity.

Vědci z Fyzikálního ústavu AV ČR se v posledních letech věnovali studiu lineárního dichroismu v teluridu manganu. Ten může být přítomný ve všech typech magnetů, nedávno ovšem zjistili, že telurid manganu patří do rodiny altermagnetů, které vykazují jevy dříve přisuzované jen feromagnetům, včetně cirkulárního dichroismu. „Díky kombinaci lineárního a cirkulárního dichroismu teď můžeme určit magnetické uspořádání ve vzorku z teluridu manganu pomocí rentgenového mikroskopu s nanometrovým rozlišením. V magnetech, které nebudí vnější magnetické pole a které jsou v přírodě mnohem běžnější než feromagnety, se nám tak otvírá zcela nová možnost jejich podrobného mikroskopického studia,“ říkají Karel Výborný a Tomáš Jungwirth z Fyzikálního ústavu AV ČR. Potvrzená teoretická předpověď dichroismu tedy umožní mikroskopickou materiálovou diagnostiku např. u budoucích spintronických nanosoučástek založených na altermagnetech.