Průlom ve fyzice: Vědci poprvé pozorovali kvantové tornádo, na objevu se podílel fyzik

11.6.2025 - Dita Sládková | Západočeská univerzita v Plzni

Představte si miniaturní tornáda. Ne však ty ve vzduchu, ale v kvantovém světě elektronů. Tato „kvantová tornáda" předpověděli odborníci už před osmi lety, ale teprve nyní se je podařilo experimentálně zachytit. „Elektrony se nechovají jen jako drobné částice, ale také jako vlny. A právě tyto vlny se mohou v určitých materiálech stočit do podoby kvantových vírů, podobně jako vzdušné proudy v tornádu," vysvětlil Jakub Schusser z NTC při ZČU, spoluautor originální studie publikované v renomovaném časopise Physical Review X.

Možné využití se rýsuje v oblastech jako je spintronika a orbitronika – obory, které zkoumají nejen elektrický náboj, ale i další vlastnosti elektronů, jako je jejich vnitřní magnetický směr, takzvaný spin, nebo způsob, jakým obíhají kolem atomového jádra. Díky tomu mohou vzniknout nové typy elektronických zařízení, například paměti s vyšší rychlostí a menší spotřebou energie, přičemž část těchto principů už dnes najdeme v některých pevných discích. Orbitronika by v budoucnu mohla otevřít cestu k ještě efektivnějším počítačovým čipům. Další aplikací jsou extrémně citlivé senzory, například pro detekci magnetických polí nebo přítomnosti určitých chemických látek. To by mohlo najít využití v medicíně (kupříkladu při diagnostice), v průmyslu (hlídání úniku plynů), v ekologii (monitoring ovzduší) nebo i v běžných domácnostech jako chytré detektory škodlivin.

Jev se vyskytuje v materiálu zvaném arsenid tantalu (TaAs), který patří mezi takzvané topologické polovodiče – tedy látky s neobvyklými elektrickými vlastnostmi. Na rozdíl od běžných polovodičů u mnoha topologických materiálů elektrony proudí hlavně po povrchu, který bývá vodivější než vnitřek. Elektrony se v nich pohybují stabilně a jsou odolné vůči rušení, což je výhoda například také pro kvantové počítače. Ty mají potenciál v budoucnu řešit extrémně složité úlohy – například v oblasti lékařství, vývoje nových materiálů nebo klimatu – mnohem rychleji než klasické počítače.

Nahlédnout do elektronové struktury a tudíž i zachytit víry umožnila technika zvaná úhlově rozlišená fotoemisní spektroskopie (ARPES). Zjednodušeně řečeno ozářili vědci vzorek světlem, které uvolnilo elektrony, a poté měřili jejich energii a směr letu. Tak získali mapu rozložení elektronů uvnitř materiálu, kde se víry poprvé ukázaly. *„Pro představu můžeme přirovnat elektronový svět k větru. Běžně nevidíte proudění vzduchu, ale pokud rozsypete třeba mouku nebo vypustíte kouř, můžete spatřit, jak se točí v různých vírech. Tady se stalo něco podobného – díky speciálním metodám jsme odhalili skryté točivé pohyby elektronů,"* popsal Jakub Schusser.

Jde o vůbec první experimentální pozorování nového topologického stavu hmoty. *„Jedná se o velmi důležitý objev pro celý obor fyziky pevných látek a pro obor orbitroniky. S vědeckým týmem z univerzit ve Würzburgu a Drážďanech, spolu s mezinárodními partnery, jsme tak potvrdili předchozí teoretické předpovědi a otevřeli cestu k novým směrům ve fyzice a technologickém výzkumu,"* řekl mladý fyzik z NTC ZČU.

Celý odborný článek vědců si zájemci mohou přečíst zde.