

Nová metoda odkrývá skryté symetrie kvantových materiálů. Napsali o ní v Nature Physics

13.3.2026 - Dita Sládková | Západočeská univerzita v Plzni

Vědci poprvé využili takzvanou metodu magneto-ARPES, která v magnetickém poli přímo odhaluje chování elektronů v kvantovém materiálu, který se označuje CsV3Sb5. Mezinárodní tým za účasti NTC ZČU tak získal nový nástroj pro rozplétání složitých elektronových stavů a pochopení narušení symetrií.

Materiál se složitým názvem CsV3Sb5, který tvoří atomy cesia, vanadu a antimonu, se v přírodě běžně nevyskytuje, připravuje se synteticky jako vysoce kvalitní krystal. Patří ale do rodiny takzvaných kagome kovů, jejichž název je prostého původu – jejich atomy tvoří mřížku, která připomíná tradiční japonský košíkářský vzor „kagome“. A právě tato specifická geometrie nutí elektrony k neobvyklému chování. Zájem vědců budí především tím, že v CsV3Sb5 vzniká stav zvaný nábojová hustotová vlna, spojený s narušením běžných symetrií a neobvyklými elektronovými jevy.

Od rozmazané fotky k dokonalému detailu

Právě zde sehrála klíčovou roli metoda označená jako magneto-ARPES. Klasická metoda ARPES, nebo-li úhlově rozlišená fotoemisní spektroskopie, funguje tak, že světlo dopadající na vzorek vyrazí elektrony, jejichž směr a rychlost vědci měří. Tím získávají jakousi mapu dálnic, po kterých se elektrony v materiálu pohybují.

Až donedávna však magnetické pole do těchto měření nesmělo vstoupit. Působí na dráhy elektronů silou, která je vychyluje, čímž výsledný obraz úplně rozmaže, podobně jako když se přiblíží silný magnet ke staré obrazovce. Lze si to také představit tak, jako když nám širokoúhlá čočka foťáku zblízka zkreslí obličej nebo když je snímek kvůli pohybu rozostřený.

Toto zkreslení se vědcům podařilo překonat nejen precizním nastavením experimentu, ale hlavně vývojem pokročilých matematických algoritmů. Ty dokáží toto nevyhnutelné zkreslení zpětně vypočítat a z naměřených dat ho odstranit. Výsledkem je pak dokonale ostrý obraz elektronové struktury i v podmínkách, které byly dříve považovány za neměřitelné.

„Dlouho platilo, že magnetické pole je pro ARPES spíš nepřítel než pomocník. Tady se z něj stal aktivní nástroj, který nám dovoluje sledovat, jak se elektronová struktura mění pod vnějším vlivem,“ říká Ján Minár, zástupce ředitele pro výzkum a vývoj a vedoucí týmu Výzkumu pokročilých materiálů na NTC ZČU.

Proč je to důležité pro budoucnost?

Magnetické pole v tomto experimentu funguje jako jemný ladící prvek. Vědci jím pohnou a sledují, které elektronové stavy reagují. Díky nové metodě opravy dat teď vědci získávají data s dříve nedosažitelnou přesností. To zásadně usnadní práci celosvětové vědecké komunitě: místo složitého hádání, co je v datech reálný jev a co jen šum způsobený polem, mají nyní vědci v rukou jasný důkaz.

„Podařilo se přímo propojit konkrétní elektronové orbitaly s pozorovaným narušením symetrií. To je mnohem detailnější informace, než jakou dávají běžná makroskopická měření,“ doplňuje Aki Pulkkinen z NTC ZČU.

Význam této studie potvrzuje i fakt, že ji v polovině března otiskl časopis Nature Physics, který vybírá pouze ty nejzásadnější objevy s potenciálem změnit směřování moderní fyziky. Schopnost precizně měřit a matematicky korigovat vliv magnetického pole otevírá cestu k materiálům pro novou generaci elektroniky. „*Pokud budeme vědět, jak přesně magnetické pole s elektrony, laicky řečeno, cvičí, můžeme navrhovat součástky pro kvantové počítače, které budou stabilnější, rychlejší a energeticky úspornější,*“ dodal Jan Minár.

<https://info.zcu.cz/Nova-metoda-odkryva-skryte-symetrie-quantovych-materialu--Napsali-o-ni-v-Nature-Physics/clanek.jsp?id=9207>