भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान भुवनेश्वर

Indian Institute of Technology Bhubaneswar

Press Release

आईआईटी भुवनेश्वर के शोधकर्ता ने एक गैर-चुंबकीय द्विआयामी पदार्थ में संभावित रूप से अनंत स्पिन जीवनकाल का पूर्वानुमान लगाया

नया अध्ययन शोधकर्ताओं को अगली पीढ़ी के ऐसे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए पदार्थों के डिजाइन में मदद कर सकता है, जो सूचनाओं के प्रसंस्करण और भंडारण के लिए इलेक्ट्रॉन स्पिन का उपयोग करते हैं।

भुवनेश्वर, 10 नवंबर 2026: एक नए अध्ययन में क्यूबिक जिंक-ब्लेंड सिल्वर आयोडाइड (AgI) अर्धचालक की एक विशिष्ट सतह की पहचान की गई है, जो परसिस्टेंट स्पिन टेक्सचर (Persistent Spin Texture-PST) के लिए एक संभावनाशील माध्यम साबित हो सकती है। यह एक रोचक क्वांटम परिघटना है, जिसमें अगली पीढ़ी के ऐसे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के विकास की अपार संभावनाएँ निहित हैं, जो सूचनाओं के प्रसंस्करण और भंडारण के लिए इलेक्ट्रॉन स्पिन का उपयोग करते हैं। भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी) भुवनेश्वर के भौतिकी विभाग में रामानुजन फैकल्टी के रूप में कार्यरत डॉ. मनीष कुमार मोहंता के नेतृत्व में किया गया यह शोध, अमेरिकन फिजिकल सोसाइटी द्वारा प्रकाशित संघनित पदार्थ भौतिकी (Condensed Matter Physics) की अग्रणी अंतरराष्ट्रीय शोध पत्रिका *Physical Review B* में प्रकाशित हुआ है।

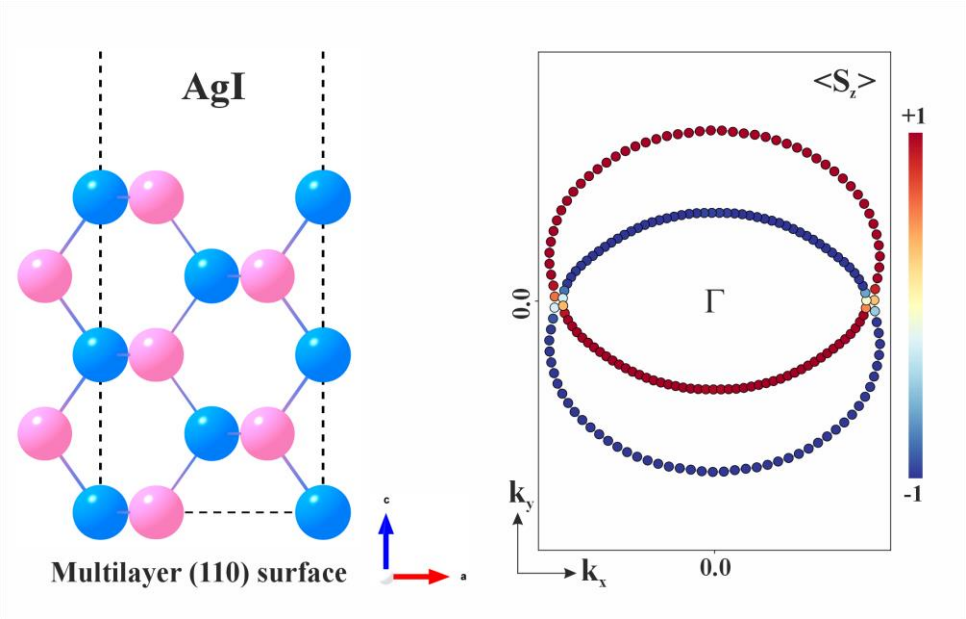
इलेक्ट्रॉनों में स्पिन नामक एक अंतर्निहित गुण होता है, जिसका उपयोग उनके विद्युत आवेश के साथ-साथ सूचनाओं के वहन के लिए किया जा सकता है। कुछ विशिष्ट गैर-चुंबकीय अर्धचालकों में इलेक्ट्रॉन स्पिन एक अत्यंत स्थिर और एकदिशीय संरेखण प्रदर्शित करते हैं। इस परिघटना को परसिस्टेंट स्पिन टेक्सचर (PST) कहा जाता है। यह विशिष्ट गुण ऐसे अर्धचालकों को अगली पीढ़ी के स्पिनट्रॉनिक उपकरणों के लिए संभावनाशील बनाता है, क्योंकि यह अवांछित स्पिन रिलैक्सेशन (Spin Relaxation) को कम कर सकता है और लंबे समय तक स्पिन संबंधी सूचनाओं को सुरक्षित रखने में सक्षम बनाता है।

गणितीय मॉडलों द्वारा समर्थित प्रथम-सिद्धांत क्वांटम यांत्रिक सिमुलेशन का उपयोग करते हुए, डॉ. मोहंता ने प्रदर्शित किया कि AgI की (110) सतह एकदिशीय स्पिन पैटर्न प्रदर्शित करती है, जो भविष्य की स्पिनट्रॉनिक प्रौद्योगिकियों के लिए इसकी संभावनाओं को रेखांकित करती है। अध्ययन से यह भी पता चलता है कि मध्यम स्तर के यांत्रिक विकृति (Mechanical Strain) के बावजूद PST की स्थिरता बनी रहती है। हालांकि, सतह के लंबवत दिशा में लगाए गए विद्युत क्षेत्र से इस स्पिन टेक्सचर में बदलाव आ सकता है, जिससे विद्युत माध्यम से स्पिन पैटर्न को नियंत्रित करने की संभावना उत्पन्न होती है।

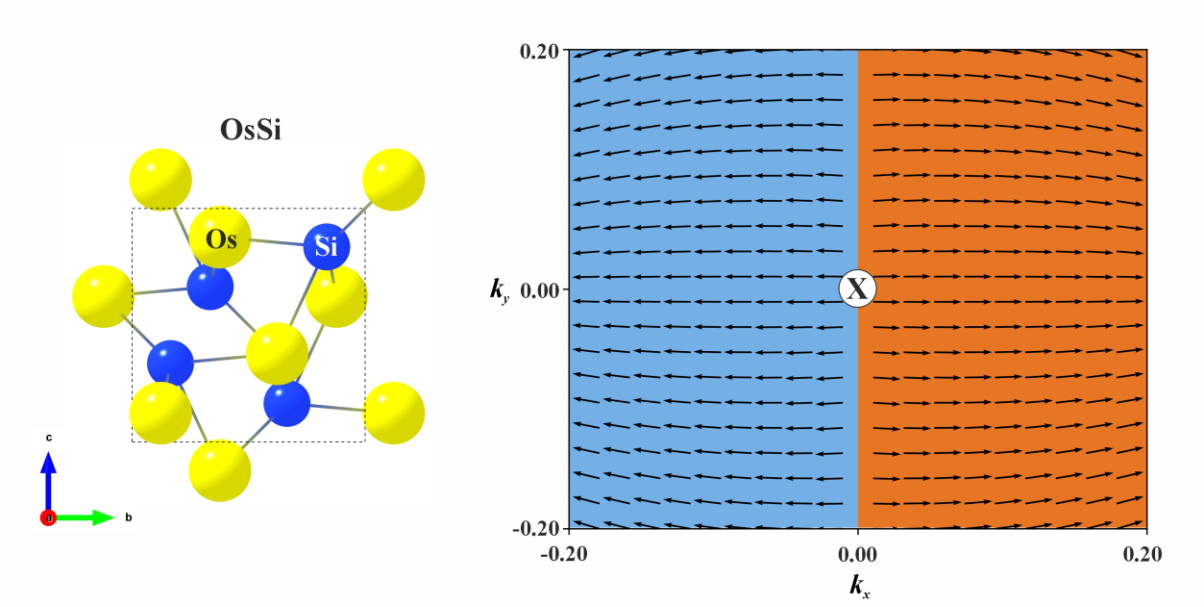
इस शोध में डॉ. मोहंता ने बल्क अर्धचालक OsSi में देखे गए असामान्य स्पिन पैटर्न की व्याख्या के लिए दो नए गणितीय मॉडल भी प्रस्तुत किए हैं। यह अध्ययन एक बुनियादी वैज्ञानिक प्रश्न भी उठाता है: क्या कोई गैर-चुंबकीय बल्क अर्धचालक, द्विआयामी (2D) पदार्थों में पाए जाने वाले पैटर्न के समान एकदिशीय स्पिन पैटर्न प्रदर्शित कर सकता है? इस शोध का प्रमुख योगदान नए गणितीय मॉडलों का विकास है, जो इलेक्ट्रॉन स्पिन पैटर्न की हमारी समझ का विस्तार करते हैं तथा क्वांटम पदार्थों में उनके व्यवहार का वर्णन, विश्लेषण और पूर्वानुमान करने के नए अवसर प्रदान करते हैं।

डॉ. मोहंता के लिए यह अध्ययन एक महत्वपूर्ण उपलब्धि भी है, क्योंकि आईआईटी भुवनेश्वर में रामानुजन फैकल्टी के रूप में कार्यभार ग्रहण करने के बाद यह उनका पहला स्वतंत्र शोध कार्य है। यह शोध गैर-चुंबकीय अर्धचालकों में स्पिन के व्यवहार की समझ को और सुदृढ़ करता है तथा अधिक दक्ष, स्पिन-आधारित इलेक्ट्रॉनिक प्रौद्योगिकियों को विकसित करने में सक्षम पदार्थों की खोज के लिए एक सैद्धांतिक आधार प्रदान करता है।

शोध पत्र यहाँ उपलब्ध है: https://link.aps.org/doi/10.1103/6dcb-r2xb.



यह चित्र क्यूबिक जिंक-ब्लेंड AgI की (110) सतह के साथ-साथ इसके स्पिन-प्रक्षेपित फर्मी सतह को दर्शाता है, जो इसकी इलेक्ट्रॉनिक संरचना में परसिस्टेंट स्पिन टेक्सचर (PST) की विशेषता को उजागर करता है।



यह चित्र OsSi की बल्क क्रिस्टल संरचना तथा इसकी इलेक्ट्रॉनिक संरचना में विद्यमान विशिष्ट आंशिक परसिस्टेंट स्पिन टेक्सचर (PST) को दर्शाता है।