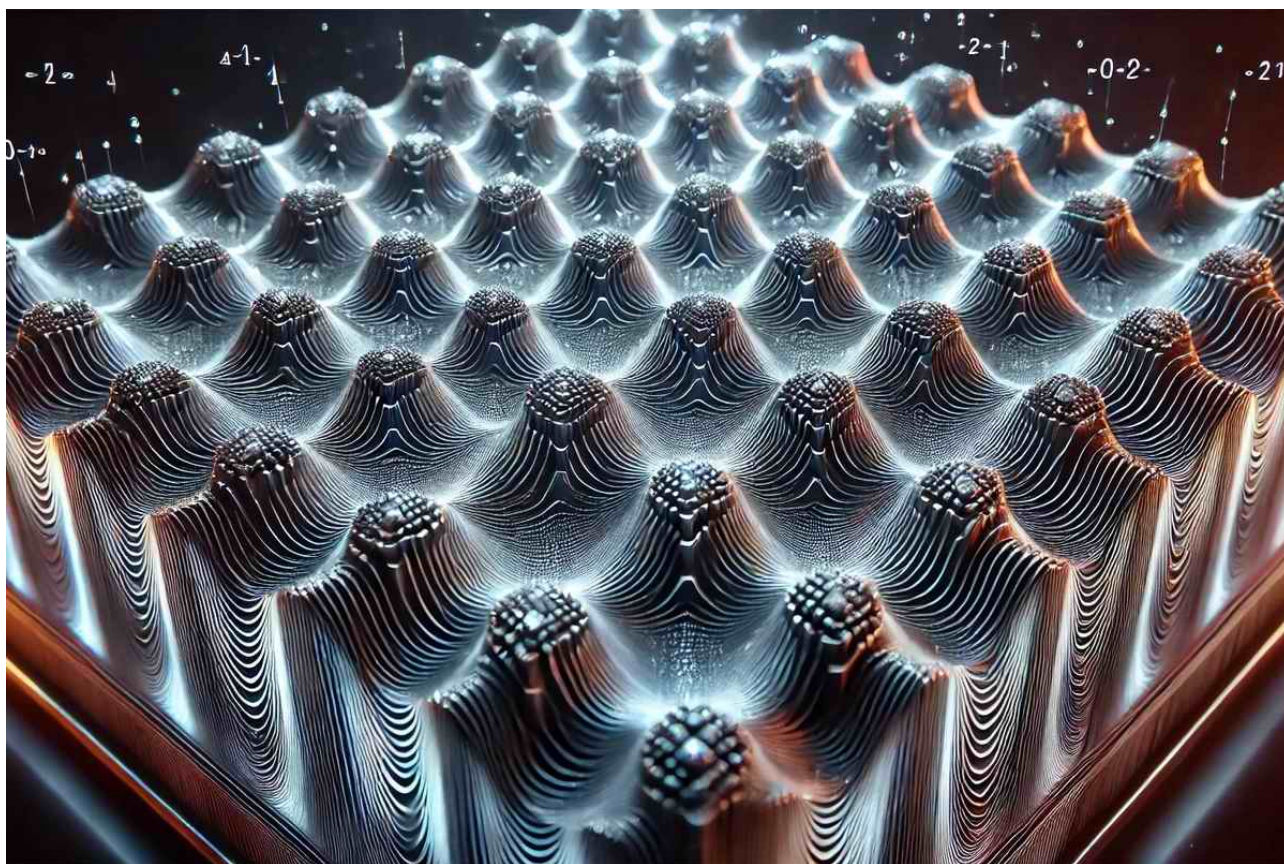


Альтермагнетизм: третья форма магнетизма, изменяющая основы физики



Дата публикации: 29.01.2025

Физика магнетизма претерпела революционные изменения в 2024 году благодаря экспериментальному подтверждению существования нового типа магнитного состояния – альтермагнетизма. Это открытие было сделано исследователями Университета имени Иоганна Гутенберга в Майнце и признано одним из самых значимых научных достижений года. Оно дополнило традиционные концепции ферромагнетизма и антиферромагнетизма, добавив в научный арсенал новый класс материалов с уникальными свойствами.

До настоящего времени физики выделяли два типа магнетизма. Ферромагнетики, известные с античных времен, обладают магнитными моментами, выстроенными в одном направлении, что делает возможным использование магнитов в быту и технике. Антиферромагнетики, напротив, имеют моменты, ориентированные в противоположных направлениях, что делает их внешне немагнитными, но полезными для технологических приложений. Однако в 2019 году ученые из Университета Майнца обнаружили аномальный эффект, который не мог быть объяснен в рамках этих двух моделей. Они

зафиксировали наличие нетронутого импульсного тока в материалах, обладающих антиферромагнитными свойствами, и предположили существование принципиально нового типа магнетизма.

Альтермагнетики обладают уникальными характеристиками: их **магнитные** моменты, подобно антиферромагнетикам, ориентированы антипараллельно, но при этом они позволяют передавать спин-поляризованные токи, как ферромагнетики. Это свойство делает их перспективными кандидатами для применения в спинтронике – области науки, занимающейся передачей информации с использованием спина электрона вместо заряда. Спин-поляризованные токи, возникающие в альтермагнетиках, могут быть использованы для создания высокоэффективных систем хранения данных нового поколения.

Исследование альтермагнетизма активно поддерживается научными фондами, а его развитие стало основой для крупных исследовательских проектов, таких как CRC/TR 173 «Спин+X» и CRC/TR 288 «ELASTO-Q-MAT». В 2024 году ученые из Университета Майнца смогли подтвердить существование альтермагнитного состояния экспериментально. Важнейшая веха в исследованиях была достигнута благодаря использованию импульсного электронного микроскопа, установленного в DESY – одном из крупнейших исследовательских центров Германии. Этот эксперимент позволил впервые зафиксировать спин-поляризованный ток в материалах с чередующимися магнитными моментами, что стало окончательным подтверждением существования третьего типа магнетизма.

Практические приложения альтермагнетизма выходят далеко за пределы **фундаментальной науки**. В частности, он может сыграть ключевую роль в разработке новых типов запоминающих устройств, увеличивая их скорость работы и энергоэффективность. Использование магнитного момента электронов вместо электрического заряда позволит создавать более стабильные и компактные элементы памяти. Уже известно более 200 различных материалов, обладающих альтермагнитными свойствами, что открывает огромные перспективы для их внедрения в микроэлектронику и квантовые технологии.

Помимо технологий хранения данных, альтермагнетики могут использоваться в сенсорах, сверхчувствительных измерительных приборах и системах передачи данных нового поколения. Способность к эффективному управлению спином без значительных энергетических затрат делает их перспективными для разработки энергоэффективных процессоров и квантовых вычислительных систем.

Открытие альтермагнетизма демонстрирует, как современные исследования

в области физики твердого тела продолжают расширять границы возможного. Этот прорыв уже привлек внимание научного сообщества и промышленности, а его дальнейшее развитие может привести к созданию революционных технологий в ближайшие десятилетия.

Ссылка: «Альтермагнитный подъем спинового вырождения Крамерса» DOI: [10.1038/s41586-023-06907-7](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06907-7).