

# МАГНИТНАЯ МОНОПОЛИЯ

(Маленькая монография об объекте, который, возможно, и не существует)

Дж. ВАЙЛИ

ЭТА СТАТЬЯ представляет собой некоторые результаты моих «раскопок» в области магнитных монополей. Как физик, я не чувствую, чтобы монополи были уж совсем тривиальным предметом. Но моя жена Холли, очень талантливая художница, удивляется, почему я трачу столько времени на исследования и написание статьи о невидимых малюсеньких штучках, которые могут и не существовать. Я не могу сказать, почему они скорее всего не существуют, но, возможно, я смогу немного рассказать о том, как бы они вели себя, если бы существовали. Это один из моментов, которые делают жизнь физика такой занимательной, — возможность воображать вещи, которые могли бы существовать.

## Северный полюс, южный полюс

Прежде чем углубиться в проблему магнитного монополя, имеет смысл заметить, что вы знаете уже довольно много о полюсах вообще. Первыми полюсами, о которых вы узнали, были, вероятно, географические полюса Земли — северный и южный. Следующими были магнитные полюса — северный и южный. Еще в 1269 году Петрус Перегринус де Марикур, французский военный инженер, впервые заметил, что «силовые» (магнитные) линии вокруг куска магнетика кажутся выходящими из двух определенных участков. Простейшим отражением этого факта в наше время являются окрашенные концы намагниченной стрелки компаса. Обычно конец стрелки, указывающий на Север, окрашивается в красный цвет и называется северным

магнитным полюсом. Другой конец стрелки, который часто окрашивают в голубой цвет, называют южным магнитным полюсом.

Безусловно, вы знаете, что северные магнитные полюса притягиваются к южным, так что мы можем заключить, что около северного географического полюса Земли лежит южный магнитный полюс, а около южного географического полюса Земли — северный магнитный полюс. На самом деле эти два различных вида полюсов не совпадают. Южный магнитный полюс расположен немного южнее северного географического полюса, так что у меня дома в Торонто (Канада) компас показывает направление на  $10^\circ$  к западу от истинного Севера.

Тот факт, что географический и магнитный полюса Земли не совпадают, представляет собой интересный предмет исследования сам по себе. Оказывается, магнитные полюса Земли непрерывно блуждали и блуждают, и хорошая топографическая карта подскажет вам, насколько сильного изменения положения северного магнитного полюса можно ожидать в ближайшие годы. Более того, имеются геологические доказательства того, что магнитные полюса Земли в прошлом менялись местами, и эта перемена мест происходила почти мгновенно (разумеется, в геологическом масштабе времени).

Для любых магнитных полюсов, будь то полюса Земли, полюса стрелки компаса или полюса любого магнита, справедливо то, что они всегда встречаются в виде пары (северный — южный). Эти пары называют магнитными диполями. А вот магнитный монополюс — это изолированный северный или южный полюс, без пары. Имеются достаточно веские причины думать, что такое чудо-юдо должно существовать, и большинство дово-

дов в пользу этого как-то связаны с симметрией природы. Вы можете услышать утверждения физиков, что уравнения Максвелла, которые описывают электромагнетизм, становятся совершенно симметричными, если магнитные монополи существуют. Это само по себе неплохая причина верить в монополи, но мы также увидим, что Дирак в работе 1931 года нашел способ объяснения одной из величайших тайн физики, который опирается на существование хотя бы одного монополя где-то во Вселенной. Мы познакомимся с этим объяснением и посмотрим, как физики ищут монополи. Но для начала нам стоит повторить кое-какие основы.

## Электрический и магнитный монополи

Вспомним, что сила, действующая на одиночный заряд  $q$  в электрическом поле, равна  $F = qE$  (где  $E$  — величина напряженности электрического поля). Электрический диполь состоит из двух пространственно разделенных зарядов  $+q$  и  $-q$ . Мы можем действовать строго формально и называть каждый заряд этого диполя электрическим полюсом — положительным и отрицательным. «Сила» электрического полюса может быть определена как  $q = F/E$ . Такой уединенный полюс будем называть электрическим монополем.

Если бы мы проделали то же самое в магнетизме, то сказали бы, что два равных по величине, но противоположных по знаку полюса с «силой» полюсов  $q' = F/B$  образуют магнитный диполь (здесь  $B$  — индукция магнитного поля). Магнитный монополюс — это существующий изолированный магнитный полюс, северный или южный, с «силой» полюса  $q'$ . Поскольку мы знаем, как исследовать проблемы, включающие элект-

Эта статья перепечатана из журнала «Quantum» (май — июль 1995 г.). С английского статью перевел А. Уланцев.