



Земля — это большой магнит

Почему стрелка компаса упрямо показывает на север и что она на самом деле чувствует



Физика · 8–12 лет · 9 минут

Магнит притягивает не всё подряд, а компас показывает вовсе не на Северный полюс. За тем и другим стоит одно и то же — то, что происходит внутри железа и внутри самой планеты, чьё поле прикрывает нас от солнечного ветра.

Стрелка, которую нельзя переспорить

Возьми компас, покрути его в руках, пройди с ним по комнате, поверни на месте. Стрелка каждый раз возвращается в одно и то же положение.

Это странно, если задуматься. Стрелку никто не держит, к ней не привязана верёвка, она ни за что не цепляется. Но она **знает**, куда север.

Значит, вокруг нас есть что-то невидимое, на что стрелка откликается. Это магнитное поле Земли. Чтобы понять, что это, начнём с обычного магнита на холодильнике.

Магнит притягивает не всё

Первое, что стоит проверить: магнит вовсе не притягивает всё подряд.

Пройдись магнитом по квартире. Притянутся: стальные скрепки, гвозди, ножницы, дверца холодильника, ключи от подъезда. Не притянутся: алюминиевая фольга, медная проволока, стекло, пластик, дерево, золотое колечко.

С монетами получится любопытно: часть притянется, часть нет. Нынешние российские монеты внутри стальные, поэтому липнут к магниту, а старые медные и медно-никелевые — нет. Проверь горсть мелочи и рассортируй её магнитом.

Магнит уверенно работает только с железом и его родственниками — никелем и кобальтом. Всё остальное ему почти безразлично. И это уже подсказка: дело не в «тяжести» и не в «блеске», а в чём-то, что есть внутри именно этих металлов.

У любого магнита есть два конца — **полюсы**, северный и южный. Правило, которое легко проверить двумя магнитами: одинаковые полюсы отталкиваются, разные притягиваются. Это тоже важно — компас работает именно на этом.

Магнитное поле

Невидимое «состояние пространства» вокруг магнита, в котором на железные предметы и на другие магниты действует сила. Поле нельзя увидеть или потрогать, но можно обнаружить: внести туда стрелку компаса или насыпать железных опилок. Поле есть и там, где ничего нет, — просто оно ни на что не действует, пока туда не попадёт подходящий предмет.

Что происходит внутри железа

Магнетизм рождается из движения. Каждый электрон в атоме — крошечный магнитик. Физики говорят, что у электрона есть спин: свойство, из-за которого он ведёт себя примерно так, как вела бы себя вращающаяся заряженная крупинка. По-настоящему он, конечно, не вертится, но магнитик из него получается настоящий. Так что магнетики есть в любом веществе.

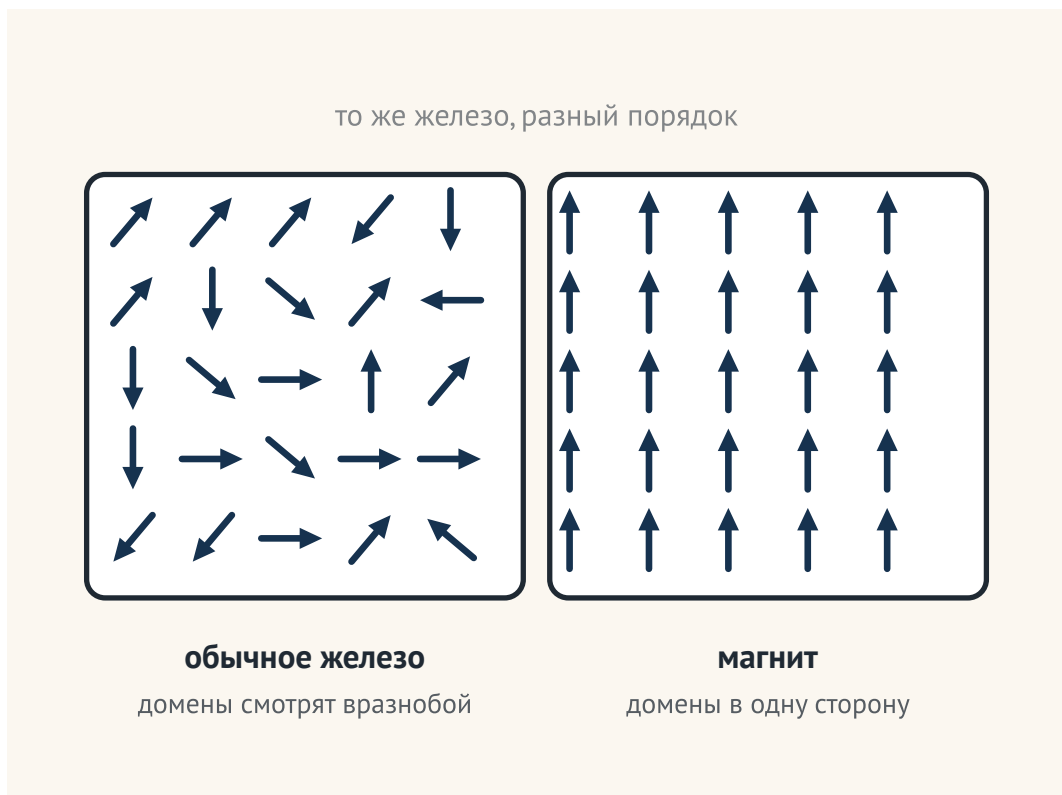
Обычно эти микромагнетики смотрят в разные стороны и гасят друг друга. Но у железа, никеля и кобальта устроено иначе: их атомы умеют **договариваться** и выстраиваться одинаково целыми участками. Такой участок физики называют доменом — он крошечный, тысячные доли миллиметра, но в нём миллиарды атомов смотрят в одну сторону.

В обычном гвозде домены развёрнуты как попало, вразнобой, и в сумме гвоздь не магнитит. А в настоящем магните почти все домены смотрят в одну сторону — их сила складывается.

Отсюда получаются два любопытных следствия.

Первое: гвоздь можно намагнитить. Если поднести к нему магнит, домены в гвозде развернутся по полю, и гвоздь сам станет магнитом — сможет притянуть скрепку. Уберёшь магнит — большинство доменов вернётся вразнобой, но не все: слабый магнетизм часто остаётся.

Второе: магнит можно испортить. Если сильно ударить магнит молотком или нагреть до красного каления, домены собьются и рассыплются по разным направлениям. Магнит перестанет быть магни-



В обычном железе магнитные участки смотрят вразнобой, в магните — все в одну сторону

том. Для железа температура, выше которой магнетизм пропадает полностью, — около 770 градусов.

Сделай компас за пять минут

1. Возьми стальную иглоку или скрепку и магнит (подойдёт сильный магнетик от старых наушников или из магнитной защёлки).
2. Проведи магнитом по иголке 30–40 раз **в одну сторону**, от ушка к острию, каждый раз отрывая магнит и возвращая по воздуху. Туда-сюда водить нельзя — так домены только собьются.
3. Проверь: иголка должна притягивать скрепку. Значит, ты намагнитил её.
4. Проткни иголкой кусочек пенопласта или воткни её в пробку и положи плавать в тарелку с водой, чтобы поплавок мог свободно крутиться.
5. Отодвинь подальше всё железное и все телефоны. Через полминуты иголка развернётся и замрёт вдоль линии север — юг. Проверь по настоящему компасу — направления совпадут.

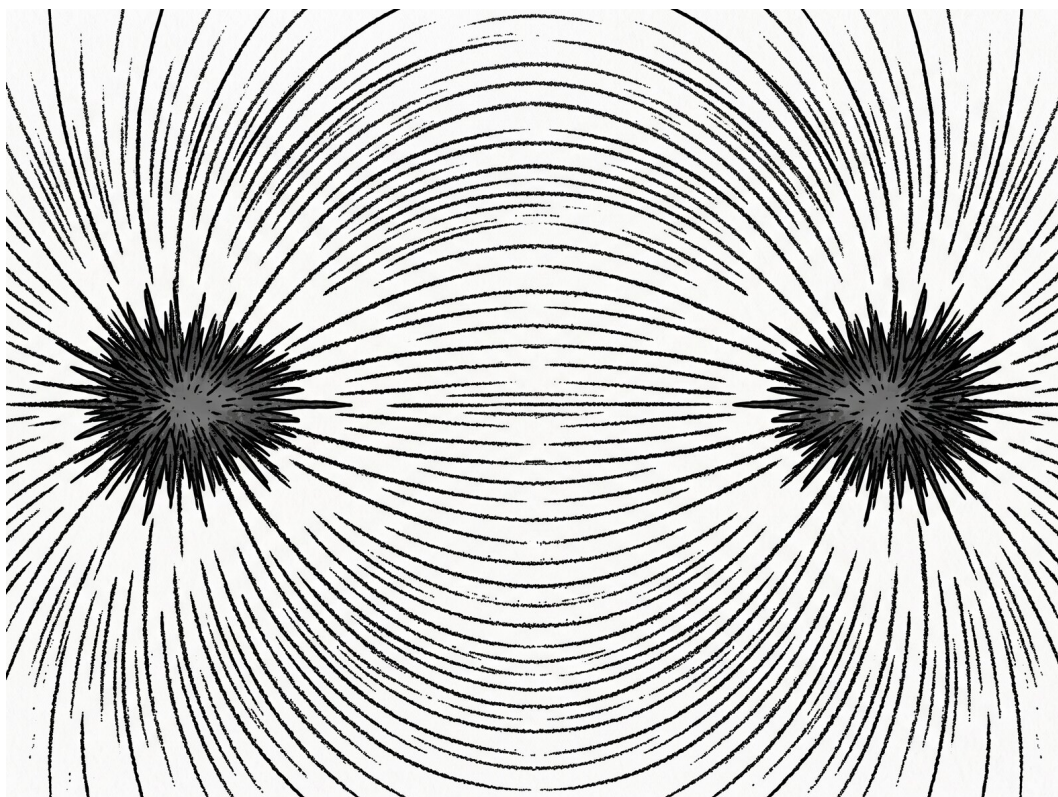
Как выглядит поле

Магнитное поле невидимо, но его легко сделать видимым. Положи магнит под лист бумаги и насыпь сверху железных опилок — они мгновенно выстроятся дугами, идущими от одного полюса к другому.

Эти дуги называют линиями магнитного поля. На самом деле никаких линий в пространстве нет — это наш способ нарисовать, куда и насколько сильно поле действует. Там, где линии гуще, поле сильнее: у полюсов магнита опилки собираются густыми щётками, а посередине почти не шевелятся.

Половинки магнита остаются целыми магнитами

Если разломить магнит пополам, отдельного «северного» и отдельного «южного» куса не получится. У каждой половинки тут же появятся оба полюса. Ломай дальше — и каждый обломок снова будет с двумя полюсами. Учёные больше ста лет ищут одиночный магнитный полюс — монополь — и пока не нашли ни одного. Некоторые теории предсказывают, что он существует, но доказательств нет.



Железные опилки выстраиваются вдоль невидимых линий магнитного поля

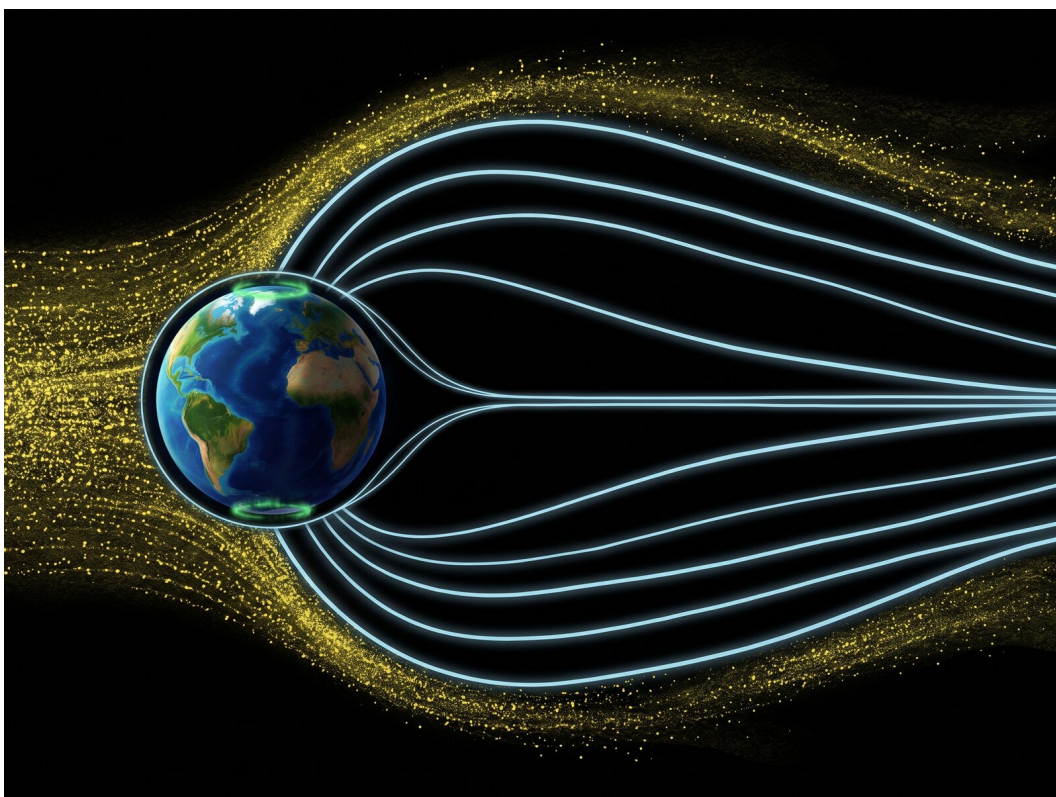
Почему компас смотрит на север

Теперь можно вернуться к стрелке. Она показывает на север потому, что **вся наша планета — гигантский магнит**.

Глубоко внутри Земли, под каменной мантией, находится ядро из железа и никеля. Внешняя его часть — жидкая, раскалённая, и она медленно перемешивается: горячее поднимается, остывшее опускается. Земля при этом вращается, и потоки закручиваются. Движущийся расплавленный металл — это движущиеся заряды, а движущиеся заряды создают магнитное поле. Такой механизм называют геодинамо.

Поле выходит из планеты у одного полюса и входит у другого, охватывая Землю огромными дугами. Стрелка компаса, как любой магнетик, разворачивается вдоль этих линий.

И тут пара честных уточнений, которые обычно замалчивают.



Магнитное поле Земли отклоняет солнечный ветер, а у полюсов зажигает сияние

Компас показывает не на Северный полюс. Магнитный полюс не совпадает с географическим — тем, вокруг которого Земля крутится. Более того, магнитный полюс движется: последние десятилетия он бодро едет из Канады в сторону Сибири со скоростью в десятки километров в год. Морякам и лётчикам приходится вносить поправку на разницу между «магнитным севером» и настоящим.

И ещё путаница с названиями. Раз северный конец стрелки притягивается к тому, что на севере, то по правилу «разные полюсы притягиваются» там должен находиться **южный** магнитный полюс Земли. Так и есть: географически северный магнитный полюс планеты по физике — южный. Просто названия дали раньше, чем разобрались.

Щит планеты

Магнитное поле — не просто забава для компасов. Это защита.

Солнце непрерывно выбрасывает поток заряженных частиц — солнечный ветер. Они летят со скоростью в сотни километров в секунду, и для живого это опасно.

Магнитное поле Земли отклоняет большую часть этого потока в стороны, как нос корабля раздвигает воду. Часть частиц всё же скатывается по линиям поля к полюсам, врзается в верхние слои воздуха и заставляет его светиться — это полярное сияние. Красивое зрелище на самом деле означает, что щит сработал.

У Марса собственного магнитного поля почти нет, и солнечный ветер миллиарды лет сдувал его атмосферу. Сегодня марсианский воздух в сотни раз реже нашего.

А ещё поле Земли иногда переворачивается: северный и южный магнитные полюсы меняются местами. Это уже случалось сотни раз, последний — примерно 780 тысяч лет назад. Почему и когда это происходит, учёные до конца не понимают: точно предсказать следующий переворот пока никто не умеет.

Главное в трёх строчках

- Магнетизм рождается из движения зарядов; в железе, никеле и кобальте атомы выстраиваются целыми участками — доменами, и когда они смотрят в одну сторону, получается магнит.
- Магнитное поле невидимо, но его видно по железным опилкам; у каждого магнита два полюса, и разделить их не получается.
- Земля — огромный магнит из-за движения расплавленного железа в ядре; её поле разворачивает стрелку компаса и защищает планету от солнечного ветра.

Вопросы для размышления

- Почему рядом с колонкой или телефоном компас начинает врать?
- Если магнитные полюсы Земли поменяются местами, что придётся переделывать людям?
- Перелётные птицы чувствуют магнитное поле планеты. Чем им помогает это чувство там, где нет ни одного ориентира, — над океаном?