

**Брук Э.Т., Фертман В.Е.**

**"Еж" в стакане. Магнитные  
материалы: от твердого тела  
к жидкости**

**Научно-популярный, физика,  
учебное пособие**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 37-053.2  
ББК 74.27я7  
Б89

Б89      **Брук Э.Т.**  
"Еж" в стакане. Магнитные материалы: от твердого тела к жидкости: Научно-популярный, физика, учебное пособие / Брук Э.Т., Фертман В.Е. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 254 с.

**ISBN 978-5-458-34987-1**

Популярный рассказ об истории исследования магнетизма и его природе, о естественных и искусственно созданных магнитных материалах. Особое внимание уделено способам получения, свойствам и практическим приложениям магнитных жидкостей — нового материала, удивительные и во многом уникальные свойства которого дали название книге. Книга предназначена школьникам старших классов, учащимся ПТУ, студентам техникумов и вузов; она будет интересна всем, кто увлекается историей и новейшими проблемами естествознания, техники и технологий.

**ISBN 978-5-458-34987-1**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



# МАГНИТЫ КАК МАГНИТЫ

§

# ИЗ ГЛУБИНЫ ВЕКОВ



Вся история магнита и магнетизма связана с тайнами. Ничем не примечательный с виду камень притягивал железо. Почему? Нельзя сказать, чтобы люди не пытались ответить на этот вопрос. Напротив, ответов было более чем достаточно. Считалось, что магнитный железняк, который в природном виде обладает магнитными свойствами, имеет душу. Такое предположение не должно казаться смешным, если встать на точку зрения древних, видевших следствие — железо действительно притягивалось без всякой видимой причины. Имелись и другие точки зрения. Диоген из Аполлонии (не тот, который сидел в бочке), живший около 460 г. до н. э., полагал, что в железе есть влага, которая питает «сухость» магнита. Влага, стало быть, должна «перетекать» из железа в магнит. Вариации на тему «влага — сухость», исходившие от столь крупных мыслителей древности, как Эмпедокл, Эпикур и Демокрит, основывались на том, что должно существовать «нечто», связывающее магнит и железо. Это «нечто» получало разные имена, но во всех ипостасях оно «испарялось», «перетекало», «переходило» от железа к магниту, оставаясь невидимым и осуществляя ту связь,

для объяснения которой оно и было придумано.

Вот что говорит римский поэт и философ Лукреций в своей знаменитой книге «О природе вещей»:

Прежде всего, из магнита должны семена выделяться

Множеством или же ток истекать, разбивая толчками

Воздух, который везде между камнем лежит и железом.

Только что станет пустым пространство между ними, и много

Места очистится там, как тотчас же, общею кучей,

Первоначала туда стремглав понесутся железа...

И далее:

Также бывает порой, что железо отходит от камня

Этого, то возвращаясь к нему, то опять убегая.

Две последние строки прямо указывают на существование магнитных полюсов, о которых — увы! — не догадывались ни Лукреций, ни Платон, заметивший способность магнита не только притягивать железо, но и отталкивать его.

Магнит и сегодня поражает воображение неискушенного человека.

«Чудо ... Я приобщился к нему ребенком четырех или пяти лет, когда мой отец показал мне компас. То, что игла вела себя столь определенным образом, совершенно не соответствовало неосознанному миру моих представлений (там действия были связаны только с

непосредственным «прикосновением»). Я все еще помню (а может, мне кажется, что я помню) — это событие произвело на меня неизгладимое впечатление». Эти слова Эйнштейна из его автобиографии ярко описывают впечатление, производимое компасом на человека, впервые познакомившегося с его действием.

Именно компас стал первым практическим применением магнита в деятельности человека. За приоритет этого изобретения идет борьба не меньшая, чем за право считаться родиной Гомера. Одни считают местом рождения компаса Китай около III—II тысячелетия до н. э. По другим данным, компас — изобретение итальянцев или арабов, а в Китай он попал лишь в XIII в. н. э. Так или иначе с XII в. компас известен в Европе.

Догадка древних о существовании неизвестного «вещества», субстанции, ответственной за взаимодействие магнита с железом и называемой Диогеном «сухостью — влагой», а Лукрецием «семенами» или же «током», вовсе не безосновательна, и попытки их объяснить явление магнетизма потерпели неудачу совсем не потому, что им не хватало изобретательности (это качество как раз имелось у них в избытке). Причиной неудачи явился недостаток, присущий всей (или, вернее, почти всей) античной науке. В древние времена никому не приходило в голову, что все выдвигаемые относительно тех или иных природных явлений утверждения следует подвергать экспериментальной проверке. Достаточно было бы отделить железо от магнита влагонепроницаемой перегородкой, чтобы убедиться в несостоятельности концепции Диогена о питании

«сухости» магнита «влагой» железа. Подобный эксперимент мог выявить и отсутствие каких-либо «семян», но методология древней науки не требовала доказательств. Правильность рассуждений ценилась выше очевидности фактов, а эксперимент как критерий истины отсутствовал. Такой способ познания получил название **метафизического**. Он был целиком унаследован учеными средних веков и фактически не имел ничего общего с подлинно научным познанием.

Бреши в «стене» метафизики были пробиты учеными, имена которых по сей день чтутся человечеством. Галилео Галилей одним из первых осознал необходимость экспериментальной проверки рассуждений и не только осознал, но и осуществил ее. До Галилея господствовало мнение древнегреческого философа Аристотеля — непререкаемого авторитета Средневековья, утверждавшего, что более тяжелые предметы падают на Землю быстрее. Галилей прямыми наблюдениями установил, что скорость падения не зависит от массы, но пропорциональна одной и той же величине для тел разной массы. Менее известна деятельность английского ученого XVI в.— Уильяма Гильберта (не путать со знаменитым математиком нашего столетия — Давидом Гильбертом!). Врач по профессии, он сделал блестящую карьеру и стал лейб-медиком королевы Елизаветы и президентом Королевского медицинского общества. Наряду с врачеванием у Гильberta было еще одно занятие, которое он рассматривал как не менее важное,— изучение магнита. Под словом «изучение» он имел в виду не рассуждение о магнитных свойст-

вах, а самое настоящее экспериментальное исследование.

За триста лет до Гильберта Пьер Перегрин де Марикур уже проводил эксперименты с шарообразным магнитом, названным им **тереллой**. Он обнаружил, что железный брускок, приставленный к этому магнитному шару, ориентируется определенным образом. Оказалось, что линии, вдоль которых располагался брускок, сходятся в двух точках. Эти точки он назвал **полюсами магнита**. Гильберт повторил эти эксперименты, но пошел дальше де Марикура: он понял, что существует глубокая аналогия между тереллой и Землей и что Земля также является магнитом! Таким образом, таинственное постоянство магнитной стрелки получило, наконец, объяснение. Собственные результаты и сведения, почерпнутые им у других исследователей, Гильберт изложил в книге, вышедшей в 1600 г. (есть перевод на русский язык: *Гильберт В. О магните, магнитных телях и о большом магните — Земле.* — М.: Изд-во АН СССР, 1956). Книга Гильберта произвела переворот во взглядах на свойства магнита. Раньше верили, что «лук и чеснок уничтожают действие магнита», по причине чего рулевым на судах категорически запрещалось употреблять их в пищу (это не мешало им, впрочем, нарушать запрет), что близость бриллианта вызывает утрату магнитных свойств. Подобные суеверия были высмеяны Гильбертом, ибо не выдерживали проверки опытом. Однако, высмеивая суеверия, Гильберт сам дает объяснение магнетизму, не вписывающееся в научные рамки: он, как и древние, полагал все же, что у магнита есть ...

душа. Поскольку она есть у Земли, говорил Гильберт, должна она быть и у магнитного железняка, ведь он «является частью и любимейшим плодом своей живой матери Земли».

Французский ученый Рене Декарт, родившийся в 1596 г., за семь лет до смерти Гильberta, погибшего во время чумной эпидемии, был знаком с его трудами и признавал идею Гильberta о магнетизме Земли. Веривший в торжество разума и в его безграничные возможности, Декарт не обошел своим вниманием и магнетизм. Не будучи связанным с какими-либо экспериментальными исследованиями, Декарт тем не менее предложил свое объяснение магнитных свойств, которому нельзя отказать в остроумии. Хотя Гильберт уже убедительно доказал несостоятельность теории испарения («влага — сухость»), Декарт высказал предположение, что невидимое вещество, субстанция, соединяющая магнит и железо, все-таки существует; разумеется, это не какие-нибудь капли или жидкость, субстанция имеет форму винтиков. Эти винтики «проникают сквозь Землю, входя в один полюс и выходя из другого, и поскольку есть два полюса, есть и два рода винтиков, движущихся во встречных направлениях. Конечно, по выходе из полюса винтики вынуждены двигаться по воздуху, что нельзя считать их любимым занятием. И если на их пути попадается магнит, они предпочитают остаться в магните, «проникаясь» сквозь него снова и снова. Причина в том, что магнитный железняк, железо и сталь в отличие от других материалов имеют внутри резьбу, по которой винтикам удобно двигаться. Резьба эта земного происхождения:

ведь все магниты добываются из недр Земли. Железо само по себе не является магнитом потому, что оно мягкое и при добыче резьба разрушается. Трудно поверить, но рассуждения Декарта пользовались большим успехом, объясняемым отчасти тем высоким авторитетом, которым пользовался Декарт среди своих современников, отчасти отсутствием иной, сколько-нибудь удовлетворительной теории.

Весь XVII в. и половина следующего не внесли в понимание магнетизма ничего нового, и, как это часто бывает в науке, прогресс в объяснении магнитных явлений пришел с другой стороны.

Вне зависимости от изучения магнетизма развивались исследования электричества. Если теория, основанная на «влажности» и «сухости» магнита, успеха не имела, то **электрическая жидкость** быстро завоевала многочисленных сторонников. Бенджамин Франклайн трактовал электрический заряд как недостаток или утечку этой жидкости (флюида). В 1733 г. управляющий французским Королевским ботаническим садом Ш.-Ф. де Фай установил существование двух видов электричества, которые он назвал «резиновым» и «стеклянным». Таким образом, электричество представлялось как бы смесью двух разных жидкостей. Не так ли обстоит дело с магнетизмом? Шведский ученый Джоан Вилке и голландский исследователь Антон Бругман выдвинули такое предположение независимо друг от друга в 1778 г. Их идея получила широкое распространение. Спустя семь лет Шарль Кулон поставил эксперимент, в котором установил, что мельчайшие капельки гипотетических

электрической или магнитной жидкостей притягиваются (разноименные) или отталкиваются (одноименные) с силой, обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Теперь это утверждение известно как закон Кулона. Почему же электрическая жидкость может перетекать от одного тела к другому, а магнитная — нет? Кулон ответил и на этот вопрос. Магнитные жидкости, утверждал он, не независимы друг от друга. В отличие от электрических жидкостей они связаны с мельчайшими частицами вещества — с молекулами, как мы сказали бы сегодня. Последнее служит также объяснением существования у магнита двух полюсов. Более глубокое tolкование во времена Кулона едва ли было возможно, ведь представления об атомной структуре вещества еще не существовало. Однако аналогия между электричеством и магнетизмом носила в это время чисто внешний характер. Никто не предполагал, что они как-то связаны.

Рубеж XVIII и XIX столетий стал переломным для исследований электричества и магнетизма: в 1800 г. появилась гальваническая батарея. Надежный источник электрического тока и стал тем отправным пунктом, исходя из которого ученые начали распутывать клубок, образовавшийся сплетением идей и фактов, относящихся к магнетизму. Через 20 лет после изобретения гальванической батареи датчанин Ханс Кристиан Эрстед обнаружил, что электрический ток вызывает движение свободно подвешенной иглы. Движение иглы шло вразрез со всеми представлениями об электрических и магнитных жидкостях и

прямо указывало на существование связи между электричеством и магнетизмом. Появилось новое слово — электромагнетизм. Два старых термина объединились, чтобы больше уже не расставаться. Статья («мемуар») Эрстеда с описанием эксперимента произвела огромное впечатление на современников. Дальнейшие события развертывались драматически и стремительно, как в кино, которого, правда, тогда еще не существовало.

Французский физик Доминик Франсуа Араго, доложивший на заседании Академии об опыте Эрстеда, провел самостоятельные эксперименты. Он обнаружил, что действие тока аналогично действию обычного магнита: железные опилки притягивались, иглы намагничивались.

Его коллега Андре Мари Ампер, в честь которого названа единица силы электрического тока, предположил, что причиной магнетизма железа служат токи, текущие внутри магнита перпендикулярно к его оси. Он же обнаружил, что петля, образованная проводником с током, ведет себя, как элементарный магнит.

Новые открытия и факты сыпались, как из рога изобилия, в них не было недостатка. Чего действительно не хватало, — это новой концепции, которая позволила бы свести многочисленные факты воедино, интерпретировать их с одной точки зрения.

Начала новой теории, однако, были заложены человеком, не написавшим за всю свою жизнь ни одной формулы. Искусный экспериментатор, полагавшийся не на сложную аппаратуру, но на выдумку и изобретатель-