

Защо няма такива неща като север и юг¹

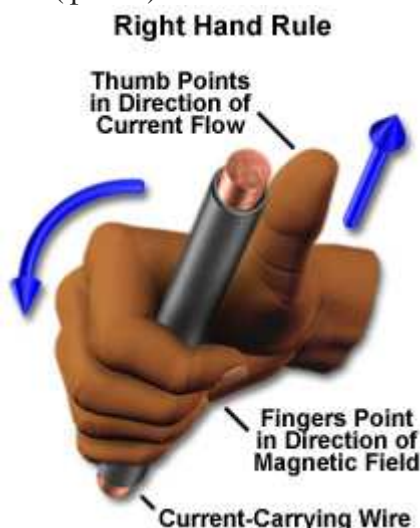
Д. Кастелвеки

Човешкото съзнание често смесва запознатост с разбиране.

Вие вече сте изучили основните свойства на полетата. Запомнили сте правилата и сте ги използвали толкова много пъти, че те са се превърнали във ваша втора природа, в онова, което често наричаме здрав разум. Това означава, че сте престанали да се питате защо те са верни. Поради това сега често за вас е по-трудно да усвоите едно ново понятие, отколкото би било, ако трябваше да започвате от *tabula rasa*, т.е. – на чисто.

Ето защо за мнозина, които са изучавали в университета природни науки, или инженерство, или математика, е трудно да се убедят, че електромагнетизмът – една от четирите фундаментални природни сили – няма предпочитание към някоя от посоките ляво и дясно. (В частност, това означава, че не е възможно с помощта на законите на електромагнетизма да се обясни на едно извънземно същество какво имаме предвид, когато говорим за ляво и дясно, или, както казва Ричард Файнман, не можем да обясним на един марсианец тези понятия по телефона.)

Фактически, за пръв път мнозинството от нас се срещат с формалната разлика между ляво и дясно точно в часовете за изучаване на електромагнетизма. В тях научаваме, че електричният ток създава магнитно поле. Това поле се върти в пространството около проводника така, както скоростта на вятъра в един ураган се върти около околото на урагана. За да помнят коя е посоката на полето, на учениците се казва нещо, което се нарича правило на дясната ръка (фиг. 1).



Фиг. 1: Правило на дясната ръка.

Асоциацията на правилото на дясната ръка с електромагнетизма е толкова вкоренена в съзнанието, че теорията на електромагнитните явления може да стане мисловен образ на самото свойство насоченост² – тя е най-типичният пример за теория, в която е вградена представата за насоченост.

След това обаче се появява някой, който твърди, че всъщност електромагнетизмът няма нищо общо с насочеността. Вие слушате думите му, но мозъкът ви блокира и вместо това непрекъснато възпроизвежда картината на магнитното поле около прав проводник, по който тече ток. Как въобще е възможно, повтаря вашият вътрешен глас,

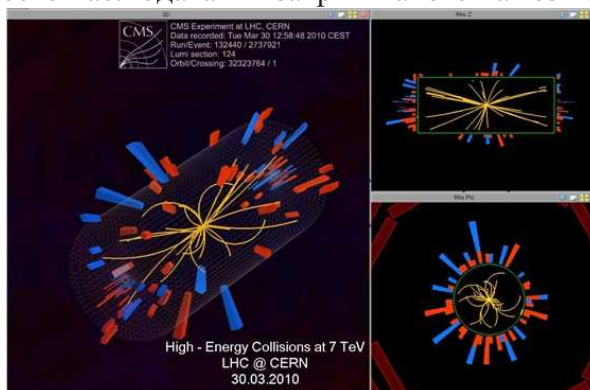
¹ Превод от рубриката *Степени на свобода* в блог-страницата на Scientific American, 12. септ. 2011.

² На английски терминът е *handedness* – свойството да се различават ляво от дясно, предметът – от неговия огледален образ. В превода използваме термина *насоченост*, свойство, което не бива да се смесва с *посока*. Насочеността следва да се схваща като *наляво* или *надясно*, по посока, или противоположно на посоката на движение на стрелките на часовника. (Бел. прев.)

теорията, от която следва правилото на дясната ръка, да не може да различи ляво от дясно?

Причината е проста: идеята, че самото магнитно поле е насочено в определена посока, идеята, че съществуват север и юг – е плод на една условна договореност. За да разберете защо, трябва да видите какво всъщност прави магнитното поле. Едно статично магнитно поле участва по същество в два (не съвсем несвързани) типа явления. Първият тип е, че то действа с въртящ момент на постоянните магнити, например – върху стрелката на компаса (за това – по-късно).

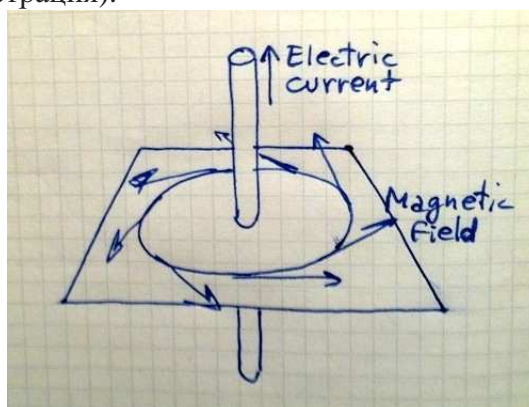
Вторият тип явления е, че полето отклонява движещите се електрични заряди: на това се дължат закривените следи на частиците, получени от ударите в някои от ускорителите от типа на ЦЕРН-овския ЛНС. Специалистите по физика на частиците поместват своите детектори в силни свръхпроводящи магнити, тъй като могат да наберат много информация просто наблюдавайки закривяването на тези следи (фиг. 2).



Фиг. 2: Закривяване следите на заредени частици в магнитни полета.

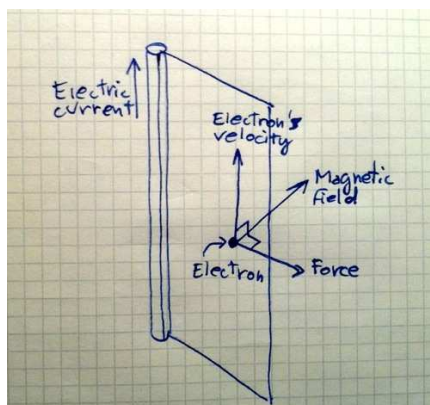
Магнитното поле тласка електрона в посока, която сключва ъгъл 90° както със скоростта на частицата, така и с посоката на самото поле. Това е т. нар. сила на Лоренц и нейната посока се описва отново с правилото на дясната ръка.

Ето какво става в един много прост случай: нека по вертикален прав проводник тече ток “нагоре”. Според правилото на дясната ръка, токът създава магнитно поле, което изглежда повече или по-малко както на фиг. 3 (моля извинение за изключително нискокачествената илюстрация).



Фиг. 3: Посока на магнитното поле около проводник, по който тече ток.

Нека сега един електрон се движи вертикално нагоре. Полето му действа със сила на Лоренц, която е перпендикулярна както на полето, така и на скоростта на електрона. Тази сила е насочена навън от проводника и изглежда както на фиг. 4.



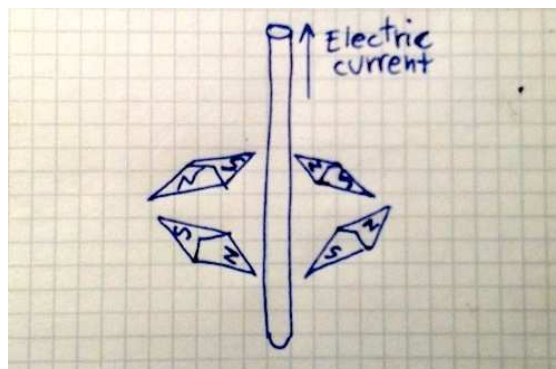
Фиг. 4: Посока на силата на Лоренц, действаща на движещ се нагоре електрон в магнитното поле на ток, който тече също нагоре.

За да определим посоката на силата, която действа на електрона, веднъж прилагаме правилото на дясната ръка, за да определим посоката на магнитното поле, а след това – още веднъж, за да определим посоката на съответната сила. Крайният резултат е сила, чиято посока няма нищо общо нито с ляво, нито с дясно: тя просто е насочена или към проводника, или навън от него.

“Всъщност, когато предсказваме как се движи веществото в магнитно поле, ние използваме правилото на дясната ръка два пъти, така че нещата се компенсират.” – казва Джон Бейц, специалист по математична физика в Калифорнийския университет, Ривърсайд. “Ние използваме правилото на дясната ръка веднъж, за да определим посоката на създаденото от тока магнитно поле, и отново – за да опишем как магнитното поле действа на веществото!”

Ако се бяхме договорили обратното и използваме правило на лявата ръка за определяне и на посоката на полето, и на посоката на силата на Лоренц, “ние бихме получили същия резултат”, подчертава Бейц.

Наистина ли обаче посоката на магнитното поле е произволна? В края на краищата, нали един пръчковиден магнит се ориентира в определена посока? Фактически, единият начин да дефинираме магнитното поле е като наблюдаваме неговото влияние върху постоянни магнити, в частност – върху компаса. Поставете компаса в една точка на пространството и отбелязвайте накъде е насочен “N”. Ако местите компаса около проводника с тока, посоката от края S към края N на стрелката ще показва посоката на магнитното поле, така както я дефинирахме посредством правилото на дясната ръка (фиг. 4).



Фиг. 5: Определяне посоката на магнитното поле с помощта на постоянен магнит.

Съществува обаче малък проблем. Самото наше определение за магнитен север от само себе си представлява условна договореност. Не е по-лесно да обясните на едно

извънземно същество какво имате предвид, когато казвате на *север*, отколкото да му обясните смисъла на свойството *насоченост*.

Ние сме свикнали да гледаме географските карти така, че север да бъде отгоре, а юг – долу (въпреки че Северният географски полюс не съвпада точно със Северния магнитен полюс, което малко усложнява положението). Северът е в горния край на картите, вероятно защото те са въведени от хора, работили в Северното полукълбо, които за удобство при навигация използвали Полярната звезда. Ако гледате Полярната звезда и държите пред себе си географска карта, по-удобно ще четете надписите върху картата без да е необходимо да си извъртате главата, ако северът на картата е в горния ѝ край. Според някои, традицията да се поставя север горе, а юг – долу на картата, води началото си още от Птолемей.

На Земята обаче има идеална симетрия между северния и южния магнитни полюси. Нищо не се движи предимно от юг на север, или от север – на юг, освен в нашите представи. Полярните сияния се появяват по един и същ начин както над Южния магнитен полюс, така и над Северния магнитен полюс. Едно извънземно същество, пристигайки на Земята, със сигурност ще може да измерва магнитното ѝ поле, но от тези измервания то никога не би могло да отгатне в коя посока сме приели, че сочи стрелката на нашите компаси.