

通過磁，一粒運動著的電荷可以和另一粒運動電荷發生相互作用。用物理學的语言說，「磁」是「電」的相對論效應(relativistic effect)。其實，我們之所以能夠這麼善用「磁」於日常生活，是因為電荷有正、負兩種。要電的效應抵消，才可「顯露」微弱的磁效應。

考慮兩條相距 1m 的平行電線，若它們都攜帶 1 A 的電流

- (a) 計算它們之間的磁相互作用力。
- (b) 想像把電線的質子和束縛電子移去(餘下的只是自由電子)。問那時兩條電線的電排斥力是多少？
- (c) 若在 (b) 存在下，要量度出 (a)，儀器的誤差不能大於甚麼值？

(a) 直電線產生的磁場是 $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$ ，電線在磁場產生的磁力是 $F = Bil$

所以，單位長電線所受的磁力 $\frac{F}{l} = \frac{\mu_o i^2}{2\pi r}$ (1)

代 $i = 1A$ ， $r = 1 m$ 得 $\frac{F_M}{l} = 2 \times 10^{-7} Nm^{-1}$

(b) 一般金屬的自由電子密度大約是 $10^{29} m^{-3}$ 。假設電線的直徑是 0.5mm。所以電線的自由電荷線密度 (charge per unit length)

$$\sigma = 10^{29} (1)\pi (0.5 \times 10^{-3} / 2)^2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3 \times 10^3 C$$

利用高斯定律 (Gauss' Law)，求得距離電線 r 的電場

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_o r}$$

所以，單位長電線所受的電力 = $\frac{F_E}{l} = \frac{\sigma^2}{2\pi\epsilon_o r} = 1 \times 10^{17} N$ (2)

(c) $\frac{(1)}{(2)} = 10^{-24}$

即是說，在 (2) 的存在下，(1) 是完全微不足道，要量度它，你的實驗的誤差必須小於 0.00000000000000000001 %！現實上，(2) 不存在，因為電線的淨電荷是零。

我們要多謝世界有正、負電荷的抵消，才可以看見這麼多姿多彩的磁現象。若沒有發現磁現象，就沒有發現電磁波；沒有發現電磁波，就沒有今天的文明！

最後，我們不妨拿引力和電磁力作比較。不似電荷，質量只有一種(迄今發現的)，這有兩點意義：

- (a) 引力對電力，但引力本身已比電力弱。而對應於「磁力」的引力部份就更弱。質量沒有抵消，要量度對應「磁力」的引力部份是極高難度的實驗。這麼難去探測引力波，這是一個原因。
- (b) 星際物體之間的作用力是萬有引力，而不是電磁力。因有質量只是一種，萬有引力效應是累積的。星球內的電荷很多，但大概都是正、負抵消了。