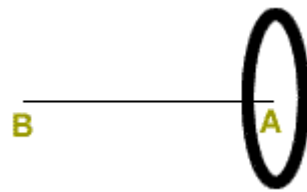


要明白長螺線管內的磁場為甚麼是均勻，我們先研究一匝線圈中心位置的磁場。

問：若把下圖線圈的半徑加大，線圈中心的磁場會如何變化？

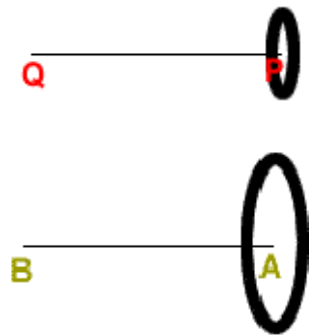


答：變弱。理由是

1. 電線的每一部份在中心所造成的磁場同方向（利用右手握拳法則 right hand grab rule），即是每一部份的貢獻總是相加，沒有抵消；這說法對大、小線圈皆然。中心磁場弱了，但這不是抵消的結果。
2. 若線圈的半徑由小增大，變得很大很大，甚至無限大，中心的磁場會變得如何？按常理，這時磁場應該很弱，弱得幾乎是零。由此推論，半徑增大，中心的磁場應會減弱。
3. 以數式看，線圈的每一小部份產生的磁場符合距離平方

反比定律。線圈半徑大了，周界長了，貢獻磁場的部份多了，但只是正比於半徑（周界 = $2\pi r$ ）。一消一長，最終就是與半徑反比。相同電流。

問：即是說下圖中 P 點的磁場強於 A 點的磁場。但若果不是在中心，而是在軸上較遠的地方，B 和 Q ($AB = PQ$)，那裡的磁場又如何比較？」



答：在足夠遠距離，B 的磁場強於 Q 的磁場。因為

1. 電線的每一部份在 B 或 Q 的磁場都不是同方向，即是它們的那裡的貢獻會發生抵消。
2. 若線圈很小，線圈上某部份的電流在 Q 點產生的磁場和它對面的電流在那裡所造成的磁場差不多已抵消（因為電流相反）。在很遠的 Q 望向一個很小的線圈，看見的就差不多是一個沒有淨電流的一點！

3. 對大線圈而言，它在 B 點的磁場有較大的橫軸分量。

問：基於以上分析，我們可以這樣說

窄長螺線管內的磁場：

來自近線圈的貢獻 $B_{\text{narrow, near}}$

來自遠線圈的貢獻 $B_{\text{narrow, far}}$

粗長螺線管內的磁場：

來自近線圈的貢獻 $B_{\text{wide, near}}$

來自遠線圈的貢獻 $B_{\text{wide, far}}$

窄長螺線管內的磁場 = $B_{\text{narrow, near}} + B_{\text{narrow, far}}$

粗長螺線管內的磁場 = $B_{\text{wide, near}} + B_{\text{wide, far}}$

但因為

$$B_{\text{narrow, near}} > B_{\text{wide, near}} \quad B_{\text{narrow, far}} < B_{\text{wide, far}}$$

大家都有一項強、一項弱。相加後，它們的磁場就變成相同。窄的長螺線管和粗的長螺線管內的磁場相同，前者磁場的貢獻主要來自附近的線圈，而後者的貢獻主要來自較遠的線圈。

答：是的，就是這樣。

問：對一個中間收窄的長螺線管在收窄部份的磁場是比一個中間沒有收窄的螺線管的磁場較強，因為近的圈的磁場貢獻大，遠的圈的磁場也是大。

中間收窄的長螺線管內的磁場

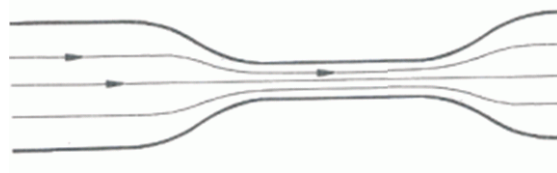
$$= B_{\text{narrow, near}} + B_{\text{wide, far}}$$

這說法對嗎？

答：完全正確！

以上長篇大論，其實很簡單吖！

長螺線管內的磁力線平行於管。在收窄部份，磁力線較密集，所以磁場在那裡強一些。



吳老師 (Chiu-king Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

電郵：feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數