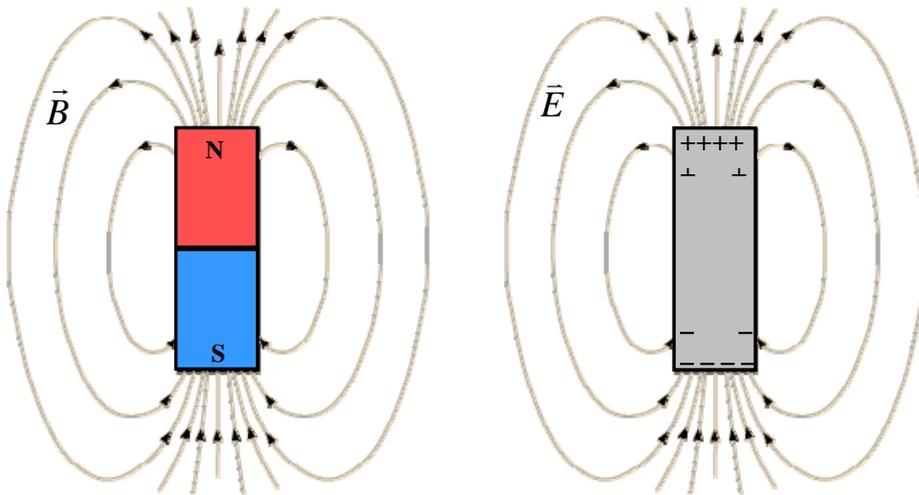


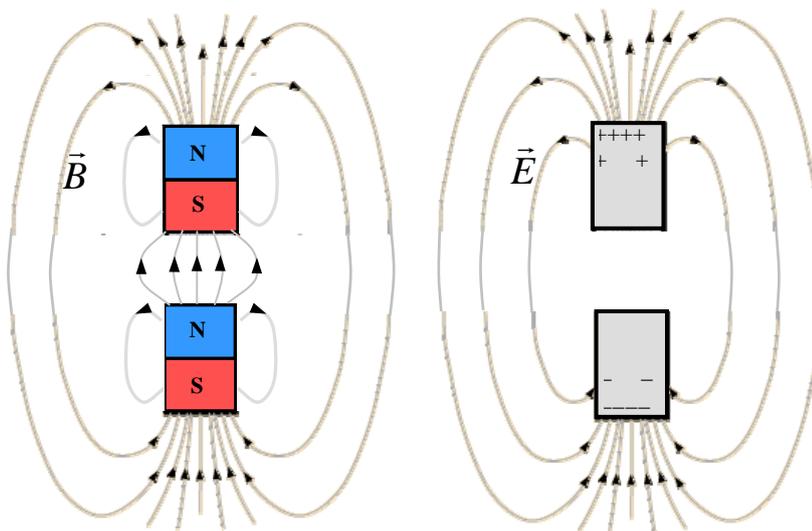
## Il teorema di Gauss per il Magnetismo

Una bacchetta di un magnete naturale presenta al suo esterno un campo  $\vec{B}$  le cui linee di campo sono schematizzate in figura. L'andamento, all'esterno della bacchetta, delle linee di campo è identico a quello relativo al campo elettrico  $\vec{E}$  generato da una opportuna carica elettrica depositata sugli estremi di una bacchetta isolante.

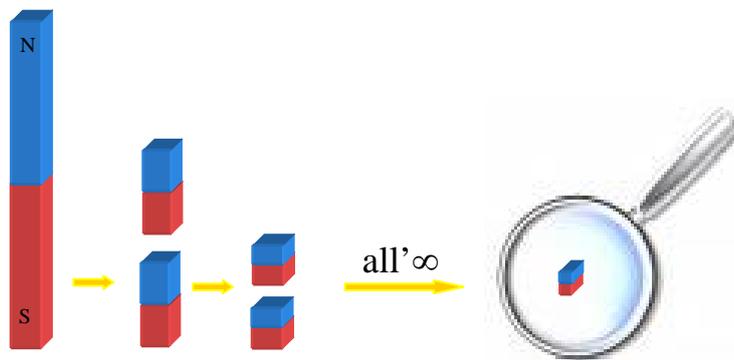


Questo può suggerire l'esistenza di cariche magnetiche che giocano lo stesso ruolo delle cariche elettriche. Tali eventuali cariche sono state chiamate Nord e Sud con le linee di campo uscenti dalle cariche Nord ed entranti nelle cariche Sud, in analogia al campo magnetico terrestre. I due estremi sono detti poli magnetici.

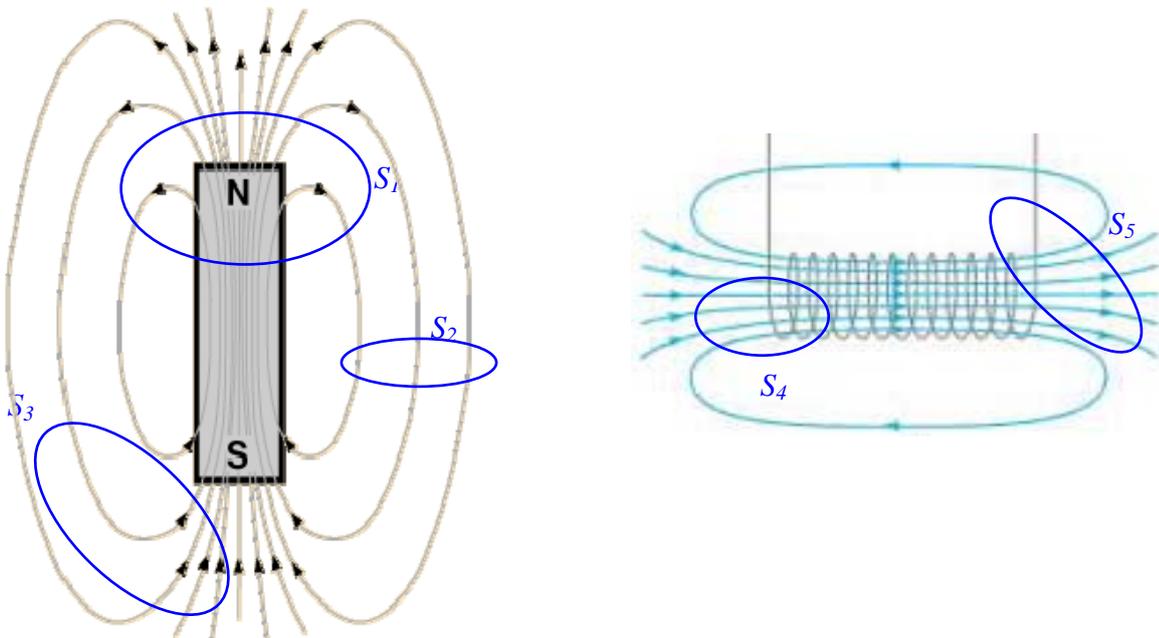
Ma la similitudine con le cariche elettriche finisce qui; infatti se dividiamo le due bacchette con lo scopo di "isolare" le rispettive cariche su una delle estremità osserviamo che ciò è possibile solo per le cariche elettriche. Le due parti del magnete naturali, infatti, continuano a presentare ancora entrambi i poli e la configurazione del campo  $\vec{B}$  risultante è completamente diversa, come schematizzato in figura.



Per quanto piccolo si possa fare un magnete naturale, esso presenterà sempre i due poli, ovvero non è possibile sperimentalmente isolare la carica magnetica e quindi siamo costretti a concludere che: **la carica magnetica non esiste.**



Le linee di campo si originano e terminano sulle cariche; non esistendo le cariche magnetiche **le linee del campo  $\vec{B}$  devono essere delle linee chiuse.**



Di conseguenza, qualunque superficie chiusa (come  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5,$ ) immersa in un campo magnetico  $\vec{B}$  è attraversata dallo stesso numero di linee di campo entranti e uscenti dalla superficie.

Ricordando il concetto di flusso, ciò equivale a dire che **il flusso del campo magnetico  $\vec{B}$  attraverso una superficie chiusa è sempre nullo**, formalmente

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0.$$

Questa affermazione è nota come: **teorema di Gauss per il magnetismo** ed esprime formalmente l'osservazione sperimentale della non esistenza della carica magnetica.

Ricordando il teorema di Ampere, dobbiamo concludere che le sorgenti di campi magnetici stazionari sono solo le correnti; ma allora cosa genera il magnetismo naturale?

La risposta dettagliata a questa domanda è fuori gli scopi del corso, ma intuitivamente ricordiamo che la materia è fatta di atomi e che ogni elettrone orbitale di un atomo è a tutti gli effetti una micro corrente stazionaria. Essa genera, in accordo con il teorema di Ampere, un debolissimo campo magnetico  $\vec{B}_{e,i}$ . Questi campi poco intensi, uno per ciascuno degli  $N$  elettroni presenti in un materiale, sono distribuiti casualmente e generalmente succede che per quasi tutti i materiali  $\sum_N \vec{B}_{e,i} = \vec{B}_T = 0$ .

Solo in alcuni materiali ferrosi, per un effetto quantistico, un certo numero di elettroni  $N' \ll N$  crea campi  $\vec{B}_{e,i}$  concordi fra loro in modo che  $\sum_{N'} \vec{B}_{e,i} = \vec{B}_T \neq 0$ . *Il materiale* presenta quindi un campo magnetico intrinseco ovvero *è un magnete naturale*.