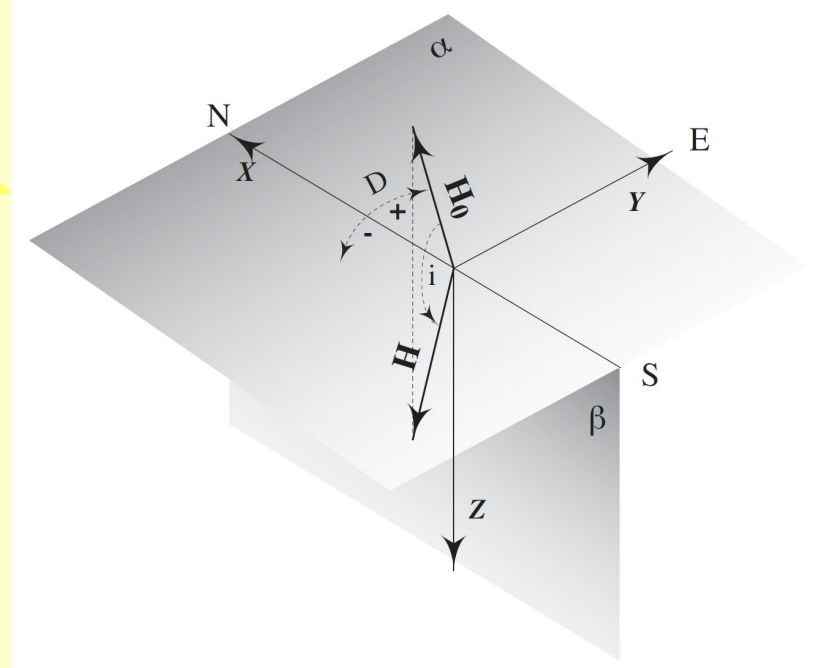
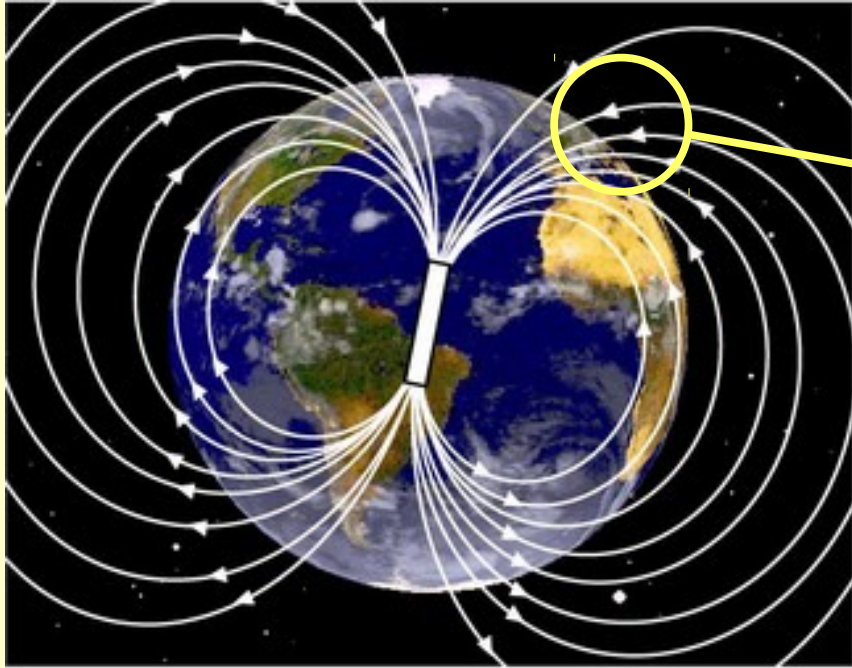


# Misura del B terrestre



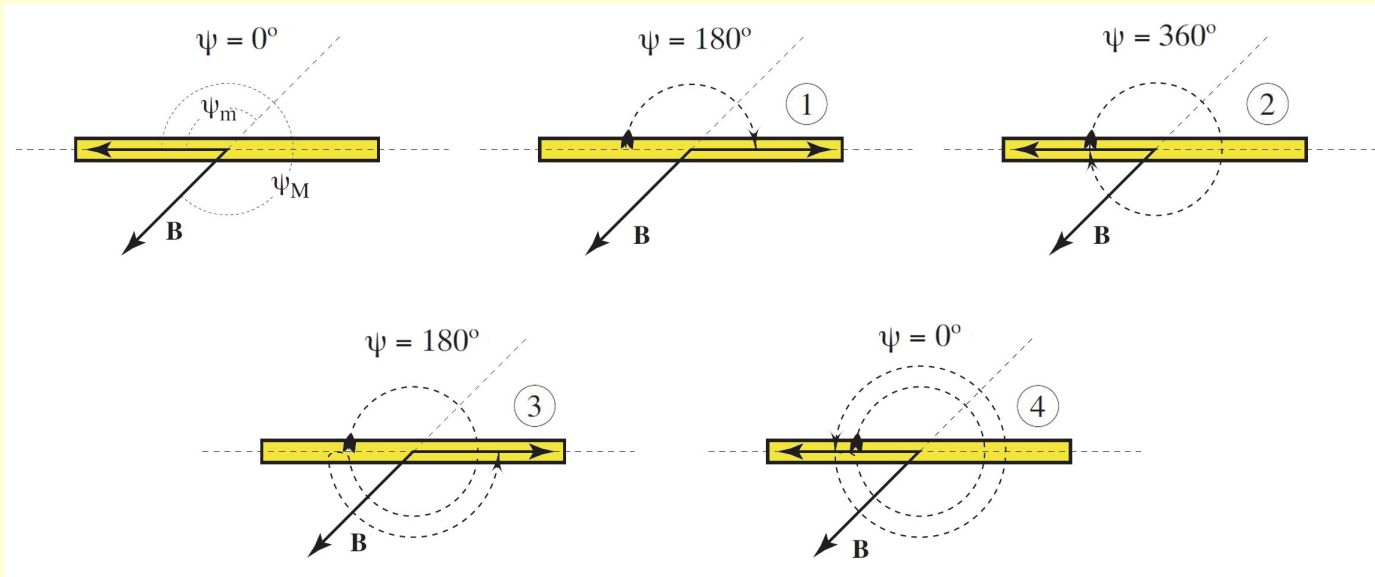
Nel sistema di riferimento mostrato, il campo magnetico terrestre è caratterizzato dalle componenti  $B_X (= B_{\text{NORD}})$ ,  $B_Y (= B_{\text{EST}})$  e  $B_Z$  (verticale discendente)

$D$  = “declinazione magnetica”

$i$  = “inclinazione magnetica”

# Misura del B terrestre

Si allinea la sonda lungo ciascuno degli assi del sistema di riferimento (ad es. x) e si eseguono le seguenti misure (mirate alla eliminazione di  $V_{\text{off}}$  e  $V_{IS}$ )



$$V_H^0 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^0$$

$$V_H^1 = -k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^1$$

$$V_H^2 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^2$$

$$V_H^3 = -k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^3$$

$$V_H^4 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^4$$

Ipotizzando che valgano le uguaglianze

$$V_{IS}^4 = V_{IS}^1 = -V_{IS}^2 = -V_{IS}^3$$

otterremo

$$4V_H^* = V_H^2 + V_H^4 - V_H^3 - V_H^1 = 4k_H B_x$$

## TABULATO 2

# Misura del B terrestre

### MISURA B TERRESTRE

### INCERTEZZA ANGOLARE

	V(0°)	V(2°)	V(178°)	V(182°)	V(358°)	V(360°)	V(182°)	V(178°)
Direzione								
NORD								
EST								
VERT DISC								

### MISURA COMPONENTI B TERRESTRE

	V0 (0°)	V1 (180°)	V2 (360°)	V3 (180°)	V4 (0°)	V*
NORD						

	V0 (0°)	V1 (180°)	V2 (360°)	V3 (180°)	V4 (0°)	V*
EST						

	V0 (0°)	V1 (180°)	V2 (360°)	V3 (180°)	V4 (0°)	V*
VERT DISC						

### Procedura di misura

- 1) per ognuna delle 3 direzioni si esegue una misura con sonda posizionata a 0°, 2°, 178°, 182°, 358°, 360°, 182°, 178° per stimare il  $\Delta V^*_{Ang}$  dovuto alla incertezza angolare (0.1° - 0.2°)
- 2) per ognuna delle 3 direzioni si eseguono 5 misure a 0°, 180°, 360°, 180°, 0° per determinare la  $V^*$  (con relativa incertezza statistica  $\Delta V^*_{Stat}$ )

# Misura del B terrestre

Indichiamo con  $V_{HX}^*$ ,  $V_{HY}^*$  e  $V_{HZ}^*$  i tre valori di tensione misurati con la procedura riportata. Da essi sarà possibile determinare le componenti del campo magnetico terrestre semplicemente dividendo per  $k_H$ . Si deve tuttavia tener conto del fatto che  $k_H$  non è una costante ma ha una dipendenza da  $V^*$ . Per ciascuno dei tre valori misurati si dovrà quindi utilizzare il valore di  $k_H$  corrispondente a ognuno dei valori di  $V^*$ , ottenibile dalla taratura.

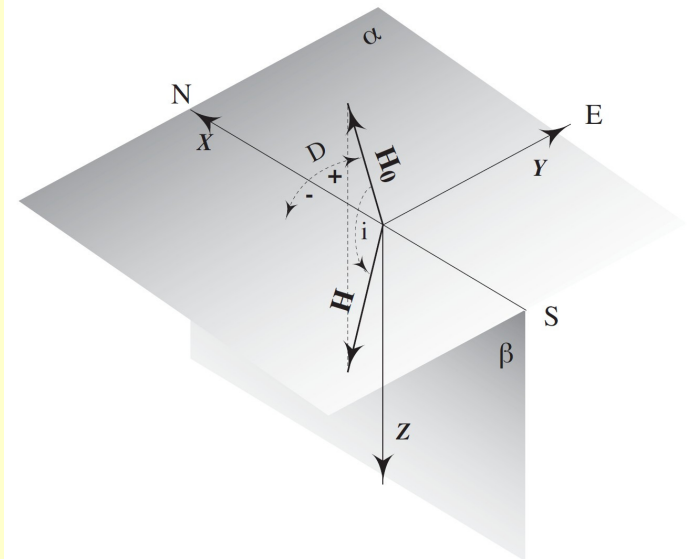
Le tre componenti del campo magnetico così misurate,  $B_x$ ,  $B_y$  e  $B_z$  permettono infine di determinare il modulo  $B$  del campo di induzione magnetica terrestre e gli angoli  $D$  e  $i$  di declinazione e inclinazione magnetica tramite le semplici relazioni

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

$$B_o = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

$$D = \arctan \frac{B_y}{B_x}$$

$$i = \arctan \frac{B_z}{B_o}$$



# Incertezze di misura

## Taratura della sonda

La grandezza determinata per la taratura è

$$k'_H(V^*) = V^*/i_{BH} = k_H^* k_{BH},$$

ricavata direttamente dalle misure realizzate ed esente dalla incertezza sulla geometria delle Bobine di Helmholtz, grandezza che dovrebbe essere costante ma in realtà dipende da  $V^*$ .

L'incertezza relativa su  $k'_H$  è ovviamente

$$\Delta k'_H/k'_H = \Delta V^*/V^* + \Delta i_{BH}/i_{BH}$$

con  $\Delta V^* = (\Delta V_H^+ + \Delta V_H^-)/2$  e  $\Delta i_{BH}$  ottenute tenendo conto degli errori di taratura e di lettura (incluse le eventuali fluttuazioni della lettura) del voltmetro e dell'amperometro utilizzati.

# Incertezze di misura

## Misura di $B_{Terra}$

Le grandezze  $V_{HX}^*$ ,  $V_{HY}^*$  e  $V_{HZ}^*$  sono misurate tramite la relazione

$V_H^* = (V_2 + V_4 - V_1 - V_3)/4$  e l'aver ripetuto per 5 volte le misure permette di determinare l'incertezza statistica  $\Delta V_{H-STAT}^*$  come scarto massimo rispetto alla media.

In tale incertezza sarà contenuta anche il contributo dovuto alla incertezza nel posizionamento angolare determinabile dalle prime misure effettuate tramite la relazione

$$\Delta V_{H-ANG}^* = (\Delta\theta / 4) * \sqrt{\{[V(0^\circ) - V(2^\circ)]/2\}^2 + \{[V(178^\circ) - V(182^\circ)]/4\}^2 + \{[V(358^\circ) - V(360^\circ)]/2\}^2 + \{[V(182^\circ) - V(178^\circ)]/4\}^2}$$

dove  $\Delta\theta$  è l'incertezza angolare di posizionamento stimata dagli operatori (tipicamente 0.1-0.2°).

Al  $\Delta V_{H-STAT}^*$  dovrà poi essere aggiunto il  $\Delta V_{H-TARA}^*$  dovuto all'incertezza di taratura del voltmetro utilizzato.

Dalle  $V_{HX}^*$ ,  $V_{HY}^*$  e  $V_{HZ}^*$  si possono determinare  $B'_X$ ,  $B'_Y$  e  $B'_Z$  tramite le relazioni

$$B'_X = V_{HX}^* / k'_H(V_{HX}^*), \quad B'_Y = V_{HY}^* / k'_H(V_{HY}^*) \quad \text{e} \quad B'_Z = V_{HZ}^* / k'_H(V_{HZ}^*)$$

che non sono ancora le componenti di  $B_{Terra}$  ma ci permettono di valutare

$$B'_O = \sqrt{B'^2_X + B'^2_Y}, \quad B_{Terra} = k_{BH} * \sqrt{B'^2_X + B'^2_Y + B'^2_Z}, \quad D = \arctan(B'_Y / B'_X), \quad i = \arctan(B'_Z / B'_O)$$

riducendo al minimo l'influenza della incertezza su  $k_{BH}$ .

## **LABORATORIO DI FISICA II**

### **TRACCIA PER LA RELAZIONE**

- 1) Descrizione sintetica (max 1 pag.) delle grandezze che si vuole misurare e delle relazioni funzionali che saranno utilizzate per le misure indirette
- 2) Elenco degli strumenti utilizzati (marca e sigla), specificandone le caratteristiche di precisione
- 3) Schemi dei circuiti montati e tabelle dei dati raccolti (quelli del tabulato compilato durante l'esperienza, tabulato che deve essere allegato in originale)
- 4) Elaborazione dei dati
- 5) Commenti e controlli finali sui risultati ottenuti e sulle corrispondenti precisioni