

SULL'ORIGINE DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE E SULLE TEMPESTE MAGNETICHE (*)

ENRICO MEDI

In una nota pubblicata negli « Annali di Geofisica » (a. I. 3), ho esposto una teoria che potrebbe dare ragione dell'esistenza del campo magnetico della terra.

Rinviando l'esame critico dei particolari della teoria a successive note, mi limito a tratteggiarne ora le linee generali. Una corona di elettroni negativi circonda la terra: gli elettroni percorrono l'orbita della corona di raggio R , con la velocità v , nel senso stesso di rotazione del pianeta. Essi costituiscono una corrente elettrica, che produce un campo magnetico primario H diretto, nell'interno della corona, nel senso che va dal polo geografico Nord a quello Sud. Attribuendo al pianeta una suscettività magnetica media χ , l'azione del campo primario H dà luogo ad una intensità di magnetizzazione media I ; ne risulta un momento magnetico complessivo M . Il campo da noi osservato alla superficie della terra è dovuto alla presenza di tale momento totale. La condizione di equilibrio delle cariche lungo l'orbita della corona è dovuto alla eguaglianza fra la forza di Lorentz, che piega gli elettroni verso il centro e la forza di repulsione elettrostatica, dovuta alla carica negativa della terra, sulla cui superficie noi misuriamo il campo elettrico E :

$$F_L = \frac{4}{3} \pi \frac{q^2}{R^2} I \frac{ev}{c} = \bar{F}_e = \frac{E q^2 e}{R^2} \quad (q = \text{raggio del pianeta}).$$

da cui

$$\frac{E}{I} = \frac{4}{3} \pi \frac{q}{R} \frac{v}{c}$$

Dalla condizione $H = \frac{2\pi i}{cR}$ e $i = nesv$

si ottiene il valore del prodotto della concentrazione n degli elet-

(*) Sunto di una comunicazione esposta al Congresso Internazionale dell'U. G.G.I. di Oslo del 28 agosto 1913.

troni (numero di essi per cent. cubo) per l'area s della sezione della corona

$$n s = \frac{2 I^2 \varrho}{3 E e \gamma} = 1,71 \cdot 10^{17}$$

Poiché le cariche elettriche negative tendono a diffondersi nello spazio, in virtù della repulsione elettrostatica ed elettromagnetica, si possono stabilire varie ipotesi per garantire la stabilità del fascio elettronico. Fra queste si può formulare l'ipotesi di cariche positive che ruotano nello stesso pennello elettronico, ma con velocità molto minore. In tal caso le forze elettrostatiche ed elettromagnetiche esistenti fra le particelle, tengono queste unite, mentre il campo magnetico H rimane, praticamente, come dovuto ai soli elettroni negativi, data la loro molto maggiore velocità.

Per spiegare la genesi del fenomeno sono in corso di pubblicazione altre note; è possibile però fin da ora intravedere come, per un altro qualsiasi pianeta, sia possibile la realizzazione di condizioni simili, la cui causa iniziale può essere costituita dal passaggio di fasci di elettroni nelle prossimità di esso.

Varie conseguenze si possono dedurre dalla teoria: fra queste notiamo la seguente possibile interpretazione dell'origine delle tempeste magnetiche.

L'area Σ della corona elettronica è attraversata dal flusso del campo magnetico solare. Se il momento magnetico del sole è M_s , e la distanza terra-sole D_s , il flusso risulta

$$\Phi = B_s \pi R^2 \quad e \quad B_s = \frac{M_s}{D_s^3} \sim 2,10^{-4}$$

Se si produce una variazione del campo solare (dovuta a fenomeni che hanno origine sul sole stesso) si genera lungo la corona, per induzione elettromagnetica, un campo elettrico E_0

$$\frac{1}{c} \pi R^2 \frac{\partial B_s}{\partial t} = - \oint E_0 \times dl = 2 \pi R F_0 \quad \text{da cui} \quad E_0 = - \frac{1}{2c} R \frac{\partial B_s}{\partial t}$$

Se gli elettroni hanno velocità v , il lavoro compiuto dal campo elettrico indotto E_0 , su ciascuno di essi nel tempo dt è:

$$dL = e E_0 v dt$$

che corrisponde ad una variazione dell'energia cinetica e quindi della velocità delle particelle data da

$$d \frac{m v^2}{2} = e E_0 v dt \quad m v dv = e E_0 v dt$$

$$dv = \frac{e E_0}{m} dt$$

La variazione dv di velocità degli elettroni produce una variazione dH del campo magnetico primario sulla terra

$$dH = \frac{2\pi nes}{cR} dv$$

Unendo insieme le varie espressioni trovate e integrando

$$\int_{H_1}^{H_2} dH = \int_{t_1}^{t_2} \frac{2\pi nes}{cR} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{c} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{\pi n s e^2}{m c^2} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt$$

(ritenendo, dato il valore delle velocità, trascurabile la correzione relativistica per la massa), si ha

$$H_2 - H_1 = \frac{\pi n s e^2}{m c^2} (B_{z2} - B_{z1}) \quad \Delta H = -K \Delta B_z$$

Dalla teoria sopra esposta si ha che il valore del prodotto è:

$$ns = 1,71 \cdot 10^{15}$$

perciò:

$$H_2 - H_1 = 1,53 \cdot 10^5 (B_{z2} - B_{z1})$$

Se:

$$(B_{z2} - B_{z1}) \sim 2 \cdot 10^{-8}$$

si ha:

$$(H_2 - H_1) \sim 3 \cdot 10^{-3} \text{ G.}$$

Per una variazione del campo solare (alla distanza sole-terra) pari a circa un centesimo del valore medio si produce sulla terra una perturbazione sul campo esterno primario pari a circa trecento gamma. Il sistema si comporta come un colossale *betatrone cosmico*, funzionante attraverso la mutua induzione sole-terra. Simili fenomeni si possono pensare anche per altri corpi celesti, per la spiegazione della genesi di particelle di elevata energia.

La teoria offre la possibilità di interpretare altri vari aspetti del

magnetismo terrestre (variazioni secolari, ecc.) e dà la possibilità di collegare diversi fenomeni geofisici in una unica visione.

Palermo — Istituto di Fisica dell'Università — Agosto 1948.

RIASSUNTO

La nota è un sunto di una comunicazione esposta dall'Autore al recente Congresso Internazionale dell'U.G.C.I. di Oslo del 28 agosto 1948.

Si richiamano le linee generali di una teoria, già formulata in una nota precedente, che potrebbe dare ragione dell'esistenza del campo magnetico della terra come di qualsiasi altro pianeta. Viene successivamente sviluppata, nel quadro della stessa teoria, una possibile interpretazione dell'origine delle tempeste magnetiche.