

Necrologie

RICORDO DI V.C.A. FERRARO

Nel decennio 1964-1974 sono scomparsi i pionieri della moderna scienza chiamata magnetoidrodinamica (M.H.D.).

Dopo la improvvisa dipartita di E. V. Appleton, V. A. Bailey e S. Chapman ecco che la mattina del 4 Gennaio 1974, colpito da trombosi cerebrale, moriva il prof. Vincenzo Consolato Antonino FERRARO, professore di matematica applicata e direttore del Dipartimento di Matematica del Queen Mary College dell'Università di Londra.

Pur essendo nato a Londra il 10 Aprile del 1907, Vincenzo Ferraro era italiano in quanto i suoi genitori Filippo e Amalia erano di S. Agnello di Sorrento (Napoli).

Dopo aver compiuto i primi studi all'Istituto Nautico Nino Bixio di Sorrento, Vincenzo si trasferì di nuovo con la famiglia a Londra dove completò i suoi studi ad Holborn Estate Grammar School. Iscrittosi all'Imperial College dell'Università di Londra, il Ferraro si laureò a soli 20 anni sotto la guida del prof. Sydney Chapman, il fondatore della Geofisica moderna di cui il Ferraro fu certamente uno dei più eminenti allievi. Dopo essere stato per 14 anni lettore al King's College di Londra, nel 1947 fu nominato professore di matematica all'Università di Exeter da dove nel 1952 passò al Queen Mary College per diventare titolare della cattedra di matematica applicata.

Quando il Ferraro iniziò la sua attività al Queen Mary College il Dipartimento di matematica aveva appena sei membri. Grazie all'abilità organizzativa e all'entusiasmo di Vincenzo il Dipartimento ebbe un notevole incremento tanto che oggi vi sono tre separati Dipartimenti e precisamente il Dipartimento di Matematica pura, quello di Matematica Applicata e il Dipartimento di Calcolo e Statistica con un personale scientifico di ben 35 persone.

Oltre a essere un animatore della ricerca Vincenzo era anche un artista e un musicista. I colleghi, gli studiosi e gli amici ricordano come il Ferraro cantasse spesso nei corridoi dell'Università oppure durante alcuni concerti e cene.

Fra le più importanti scoperte del Ferraro ricorderò la guaina « Ferraro-Rosenbluth », che separa un plasma dal campo magnetico, la teoria delle oscillazioni torsionali idromagnetiche, la legge dell'isorotazione, la teoria della diffusione degli ioni nella ionosfera e la teoria delle tempeste magnetiche che egli elaborò, appena laureato, dal 1930 in poi in collaborazione con Sydney Chapman.

Per limitarci soltanto all'opera di Vincenzo nel campo dell'astrofisica ricorderò qui che nella costruzione delle teorie riguardante la formazione delle stelle è di grande giovamento il teorema dell'isorotazione che il Ferraro scoprì nel 1937.

Quando una massa cosmica di gas ionizzata ruota intorno a se stessa si ha che la sua velocità angolare tende rapidamente a rimanere costante lungo una linea di forza magnetica se la massa penetra in un campo magnetico.

Come è noto il problema delle oscillazioni torsionali di una stella nel suo proprio campo magnetico è di notevole interesse. Nel caso del sole l'effetto di queste oscillazioni è quello di creare una componente toroidale del campo magnetico generale. Nel 1946 Cowling e Bullard avanzarono l'ipotesi che le macchie solari potessero essere la conseguenza del trasporto per convezione delle linee magnetiche della componente toroidale. Quando nel 1953 Ferraro intraprese lo studio delle oscillazioni torsionali non esisteva una teoria di tali oscillazioni perché le difficoltà matematiche ne avevano impedito la elaborazione. Per superare tali difficoltà Ferraro e Plumpton pensarono di affrontare dapprima il caso del campo magnetico uniforme perché tale caso sembrò agli autori il più importante aspetto del problema per poi generalizzare i risultati.

Nacque così la teoria delle oscillazioni torsionali di una sfera liquida che ha una conduttività elettrica infinita, quando si trova immersa in un campo magnetico permanente il cui asse è simmetrico rispetto all'asse delle oscillazioni. La teoria dimostra come le oscillazioni torsionali siano dovute al fatto che la sfera è immersa in un involucro magnetico costituito da linee di forza rotanti intorno a un asse simmetrico.

Un secondo risultato, che non era previsto, fu quello di constatare che la banda delle frequenze delle oscillazioni costituisce uno spettro continuo di frequenze. Il periodo delle oscillazioni dipende dall'intensità del campo magnetico in cui è immersa la sfera liquida e dal raggio dell'involucro magnetico. Se si immagina che la sfera abbia le dimensioni del sole e che si trovi in un campo magnetico di un migliaio di gauss e cioè dello stesso ordine di grandezza dei campi magnetici esistenti nell'interno dell'astro, risulta che il più lungo periodo di oscillazioni è dell'ordine di 37 e 18 anni a seconda che la frequenza fondamentale è dispari o pari.

Per involucri magnetici che abbiano raggi più grandi di $6,9 \times 10^7$ km il periodo risulta più piccolo, persino di 10 anni così che esso è paragonabile con il periodo di 22 anni che è il ciclo completo delle macchie solari. La teoria di Ferraro e Plumpton dimostra infine che il campo magnetico toroidale non può essere misurato su la superficie del sole perché esso in superficie è quasi nullo.

Uno dei problemi che ha tenuto in agitazione la mente dei fisici ionosferici è stato negli anni passati la piuttosto complessa variazione della densità elettronica dello strato F_2 della ionosfera. Secondo alcuni ricercatori la variazione doveva essere attribuita alla diffusione degli ioni in quello strato. Nel 1938 N. Bradbury suggerì che la densità di un plasma poteva essere influenzata dalla diffusione soltanto per altezze superiori ai 200 km. Colui che ha potuto dimostrare che la variazione della densità elettronica è dovuta più che alla diffusione ad altre cause è stato il Ferraro a partire dal 1945. Oltre a essere il primo a trovare l'equazione che governa la diffusione degli ioni nell'atmosfera Vincenzo ha dimostrato che la diffusione degli ioni ed elettroni nelle regioni E ed F_1 è trascurabile, che la diffusione nella ionosfera può avvenire principalmente nello strato F_2 sebbene persino in questa parte della

ionosfera il suo effetto è probabilmente piccolo. Il confronto tra i valori dedotti dalle misure e quelli ottenuti con il calcolo dalla teoria di Ferraro è buono. Nel 1958 Ferraro in collaborazione con Özdogan discusse la distribuzione della ionizzazione lungo la verticale in una regione isoterma di Chapman, suppose che il coefficiente di diffusione è costante e dimostrò che gli elettroni scompaiono per ricombinazione secondo una legge del tipo di quella dell'attachment.

Mentre l'indagine di Ferraro si limitò all'equatore e all'equinozio, Glendon e Kendal, utilizzando gli stessi principi di Ferraro e Özdogan, studiarono il comportamento della diffusione alle latitudini di 30°, 60° e 75° e all'equinozio e al sostizio. Sotto la direzione di Ferraro alcuni suoi allievi come C. M. Davies, P. C. Kendal e soprattutto J. E. Glendon fecero fare un notevole progresso allo studio del comportamento della diffusione degli ioni nell'alta ionosfera.

Il lavoro che lo rese celebre in tutto il mondo e che è citato in qualsiasi libro di astro-geofisica è tuttavia la teoria che V. C. A. Ferraro elaborò insieme con Chapman per spiegare il meccanismo dell'origine delle aurore boreali e delle tempeste magnetiche.

Come è noto l'intensità del campo magnetico terrestre subisce continuamente delle fluttuazioni di piccola intensità. Se le ampiezze delle fluttuazioni sono sensibili e si manifestano per tutto il mondo si hanno le cosiddette « tempeste magnetiche ». Il primo a supporre che le aurore e le tempeste magnetiche potessero essere prodotte dall'azione di un flusso di elettroni emessi dal sole e viaggianti con grande velocità verso la terra dove sarebbero deflessi dal campo magnetico terrestre fu il Birkeland nel 1896. Dopo aver studiato nel 1918 le caratteristiche delle tempeste magnetiche ed essere stato incoraggiato da Lindeman a continuare il lavoro purché avesse considerato il flusso proveniente dal sole neutro cioè costituito da un ugual numero di cariche positive e negative, Chapman nel 1923 dimostrò che tale flusso sarebbe stato deflesso poco dal campo magnetico terrestre per cui non sarebbe stato capace di generare le aurore boreali.

Le cose erano a questo punto quando Vincenzo Ferraro cominciò nel 1927 a lavorare con il prof. Sydney Chapman. Dopo che per la coincidenza tra fenomeni solari e tempeste magnetiche si convinsero che il sole era il responsabile delle tempeste e dopo vari infruttuosi tentativi, i due autori, grazie alle soluzioni di un procedimento matematico da parte del Ferraro, dimostrarono come il flusso solare dovesse essere ionizzato ma completamente neutro con la stessa velocità per gli ioni e per gli elettroni. Il problema che bisognava affrontare era quello di capire come il flusso ionizzato agisce sul campo magnetico terrestre. Dopo aver superato numerose difficoltà matematiche, che furono risolte brillantemente dal Ferraro, Chapman e il suo allievo dimostrano come l'impatto del flusso di ioni ed elettroni contro il campo magnetico terrestre faccia comprimere il campo stesso. L'effetto della compressione produce un aumento della componente orizzontale del campo magnetico terrestre e quindi l'origine della fase iniziale della tempesta magnetica.

Per spiegare come avviene la compressione gli autori immaginano che il flusso solare sia rigido e che abbia una superficie piana. Se una lamina piana conduttrice si avvicina a una regione dove il campo magnetico va aumentando gradualmente

si generano in essa delle correnti indotte. Da qui scaturisce che come la parte anteriore del flusso solare si avvicina alla terra si generano in esso delle correnti elettriche i cui effetti magnetici consistono nel comprimere il campo magnetico terrestre per cui la sua intensità aumenta producendo la prima fase della tempesta magnetica.

Per spiegare la seconda e la fase principale delle tempeste magnetiche, bisogna supporre che il flusso non sia più rigido per cui si ha che la forza meccanica prodotta dal campo magnetico indotto nel flusso ha l'effetto di produrre un rallentamento nel movimento del flusso solare verso la terra. Poiché la forza rallentatrice agisce solo su la parte anteriore del flusso si ha che mentre questa si ferma, la parte più interna seguita ad avanzare verso la terra per il fatto che le rimanenti cariche elettriche positive e negative si dispongono intorno alla terra in forma di anello. Il rallentamento comincerà a creare una cavità magnetoidrodinamica che va aumentando di dimensioni e la cui sezione equatoriale è approssimativamente di forma parabolica.

L'immagine della formazione dello spazio così come è stato dianzi descritta fu verificata 30 anni più tardi con i satelliti artificiali per cui l'opera di Chapman e Ferraro è stata incorporata nella scienza spaziale moderna.

Il teorema dell'isorotazione e la teoria delle tempeste magnetiche sono oggi considerati come i principi della moderna scienza della magnetoidrodinamica (M.H.D.).

Quando però Ferraro fece la sua scoperta i principi non furono compresi dagli scienziati. Oggi però tutti riconoscono che Ferraro è uno dei pionieri della M.H.D.

La illustrazione dei risultati ottenuti da Vincenzo fu tenuta in Italia per la prima volta nel 1956 presso il Centro di Radiopropagazione dell'Università di Napoli.

Non si può terminare questa breve rassegna dell'opera di Vincenzo Ferraro senza accennare alla sua eccezionale figura morale, alla signorilità, alla bontà d'animo che lo faceva tanto amare da coloro che ebbero la fortuna di stargli vicino e senza esprimere la nostra angoscia per la dipartita di un Uomo che senza dubbio deve essere considerato fra i più grandi Scienziati italiani del nostro secolo.

MARIO CUTOLO

Centro di Studi di Radiopropagazione,
Università di Napoli.
Laboratorio di Fisica Cosmica,
Università di Camerino.