

Le fasce di Van Allen e le aurore polari

Lo spettacolare fenomeno delle aurore polari

Le fasce di Van Allen sono responsabili delle aurore polari: uno dei fenomeni più affascinanti a cui si assiste sulla Terra. Le aurore polari bande colorate che attraversano la volta dando l'impressione di trovarsi davanti alla scenografia di uno spettacolo del cielo.



*Foto di un'aurora boreale in Alaska, a circa 75 chilometri a sud del Circolo Polare Artico.
Crediti: Dick Hutchinson*

Capiamo cosa sono le fasce di Van Allen e ripercorriamo la storia della loro scoperta che segna una importante tappa nella grande corsa allo spazio che ebbe inizio dalla metà del XX secolo.

Un mare di particelle cariche

Le Fasce di Van Allen sono zone o cinture ricche di particelle ad alta energia (plasma) che avvolgono la Terra. Costituiscono un vero e proprio "mare di particelle cariche", come amava definirle James Van Allen, il fisico statunitense che le scoprì, composto essenzialmente da protoni, elettroni e ioni più pesanti (atomi carichi elettricamente), tenuti imprigionati dal campo magnetico terrestre.

Queste particelle sono in costante movimento e, a volte, si urtano reciprocamente, perdendo energia cinetica con conseguente emissione di radiazione. Le particelle possono raggiungere energie elevate, superiori ai 30 kiloelectronvolt (in fisica l'electronvolt - simbolo eV- è l'unità di misura dell'energia, molto usata in ambito atomico e subatomico), rappresentando così un rischio per i veicoli spaziali e le apparecchiature in orbita intorno alla Terra, ma anche per gli esseri viventi sul pianeta.

La scoperta

La storia delle scoperte scientifiche è costellata da casi in cui la fortuna ha giocato un ruolo importante. Il carattere serendepico della ricerca scientifica ha permesso di scoprire i raggi X, la radiazione cosmica di fondo e tanti altri fenomeni. Lo stesso è avvenuto nel caso della Fasce di Van Allen.

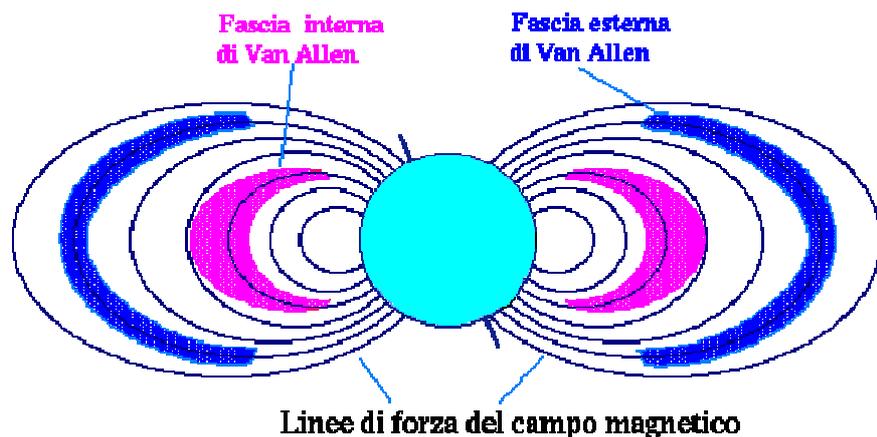
Siamo in piena Guerra fredda, gli americani e i russi si danno battaglia anche in campo aerospaziale. Per ora il conflitto vede vincitori i russi con l'invio in orbita, nel 1957, dello Sputnik, il primo satellite artificiale.

Come risposta gli Stati Uniti danno vita alla più grande campagna di studio dello spazio, che culminerà nel 1969 con la missione Apollo 11 e il primo uomo sulla Luna. In questo periodo, era il 1958, il fisico americano James Van Allen seguì i lavori del primo satellite statunitense, l'Explorer I, in orbita intorno alla Terra. L'obiettivo del satellite era verificare come varia il flusso di raggi cosmici sulla Terra e nello spazio.

A bordo del satellite furono installati anche un contatore Geiger (strumento utilizzato per misurare radiazioni di tipo

ionizzante) e un altimetro, per misurare i livelli di radiazione dell'atmosfera a diverse altitudini. L'esperimento mostrò che ad alta quota il contatore Geiger non riusciva a rilevare particelle. Poco dopo fu lanciato Explorer III, che permise di scoprire che la mancata rilevazione era da attribuire alla presenza di un'intensa zona di particelle energetiche. Van Allen scoprì così la presenza di due regioni distinte della magnetosfera che contengono tipi diversi di particelle.

Capì che queste regioni erano costituite da particelle molto energetiche confinate dal campo magnetico terrestre. Un "mare di particelle" suddiviso in due regioni separate che circondano la Terra e che, a volte, si possono anche incontrare.



Struttura "classica" delle fasce di Van Allen costituita da due cinture di particelle a distanze diverse dalla superficie terrestre.

Fonte: www.bo.astro.it

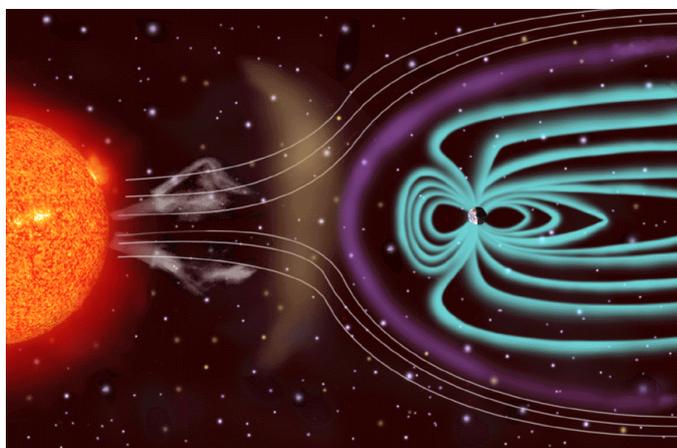
La fascia interna, situata tra 700 e 10.000 chilometri di distanza, è costituita essenzialmente da elettroni e protoni a elevata energia; quella esterna, localizzata tra 13.000 e 65.000 chilometri, è composta da elettroni ancora più energetici di quelli della fascia interna.

La natura delle particelle delle fasce di Van Allen

Le particelle che popolano le fasce sono raggi cosmici e particelle provenienti dal vento solare. I primi sono costituiti da protoni a elevata velocità che colpiscono la Terra in ogni direzione. Sono presenti in tutta la Galassia e trasportano energie elevate. Quando urtano l'atmosfera terrestre danno vita a una sciame secondario di raggi cosmici che si propaga in ogni direzione, alcuni di essi giungono fin sulla Terra, mentre altri, con energie tra 10 e 100 MeV, vengono "riflessi" nello spazio e a volte rimangono intrappolati proprio nella fascia interna di Van Allen.

Particelle così cariche di energia possono creare enormi problemi alla strumentazione in orbita intorno alla Terra ed essere molto pericolose per gli astronauti in a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

La fascia esterna venne studiata più approfonditamente dalla missione successiva Explorer III e dalle sonde spaziali



Pioneer III e IV. Venne dimostrato che la sua presenza è dovuta principalmente al vento solare, un flusso di particelle cariche provenienti dal Sole che investono la magnetosfera terrestre.

Rappresentazione dell'interazione del vento sola con la magnetosfera terrestre.

Proprio a causa della presenza del campo magnetico terrestre, le particelle provenienti dal Sole possono essere incanalate lungo le linee del campo e rimanere intrappolate formando la fascia esterna, che assume una forma caratteristica di una banana allungata.

Il pericolo sull'uomo delle fasce di Van Allen

La presenza delle fasce di particelle rappresenta un pericolo soprattutto per gli astronauti in orbita intorno alla Terra a una quota di 400 km. Essi sono soggetti a una dose maggiore di radiazioni, centinaia di volte superiore a quella assorbita tipicamente sulla Terra.

Questo comporta un rischio elevato di tumori, danni al sistema nervoso e modificazioni genetiche. La misura della dose annua di radiazione che un uomo può assorbire è espressa in REM (Roentgen Equivalent Man), per gli astronauti è di circa 50 REM. Dopo una permanenza di meno di tre mesi sulla Stazione Spaziale Internazionale un astronauta è in grado di assorbire fino a 18 REM, per intenderci su una rotta intercontinentale un pilota di linea può assorbire fino a 0,004 REM e in una radiografia si può arrivare fino a 0,01 REM.

Si capisce quindi la necessità di proteggere maggiormente gli astronauti nello spazio.

Aurore Polari

A volte capita che il flusso di particelle provenienti dal Sole sia molto intenso. In tal caso le particelle possono penetrare fino agli strati più bassi dell'atmosfera, interagendo con gli atomi e le molecole che la compongono. L'urto tra le particelle cariche e gli atomi dell'atmosfera fa eccitare questi ultimi, che poi, diseccitandosi, emettono luce visibile a diverse lunghezze d'onda, dando vita, all'altezza dei poli, a spettacolari lampi e nubi di tutti i colori: le aurore polari. Viste dallo spazio le aurore appaiono come due cerchi colorati localizzati sopra i poli magnetici della Terra.

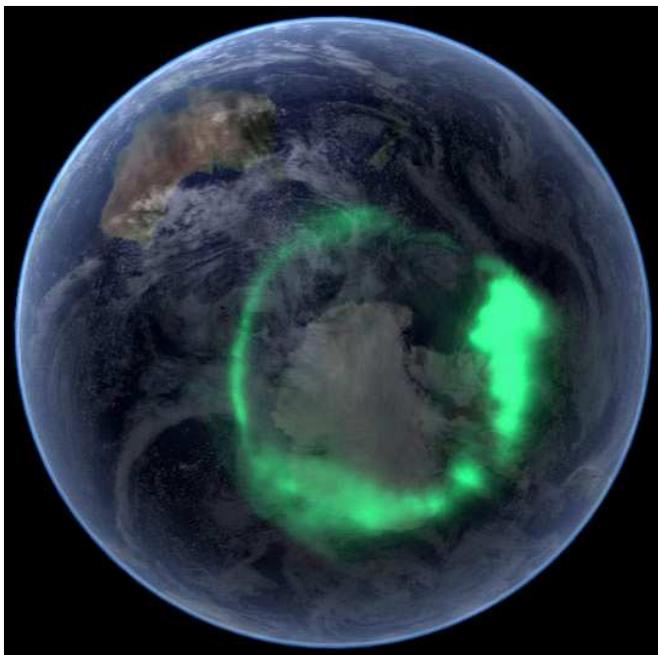


Immagine di un'aurora polare vista dallo Spazio.
Crediti: NASA

A cura di Simona Romaniello

Astrofisica e divulgatrice scientifica, per il Planetario di Torino si occupa di formazione e di sviluppo e allestimenti museali.