

Meccanismi di emissione. Termico e non termico

Mediante la radioastronomia si sono rivelati un'ampia gamma di oggetti celesti e sono state chiaramente distinte due ampie classi di emettitori. Ad esempio la emissione radio dal Sole potrebbe essere intesa come un processo termico, con una temperatura associata. Questo implica che il mezzo emettitore si comporti come corpo nero di Planck, seguendo le leggi associate. Il termine temperatura implica che vi sia una certa approssimazione a una condizione di equilibrio, o quasi equilibrio, nel mezzo emittente; in questo caso il mezzo è l'atmosfera solare ionizzata. Parimenti l'emissione dalla Luna, che altro non è che la riflessione della radiazione solare, è un processo termico.

Criterio diagnostico per un processo termico è che l'intensità emessa che l'intensità emessa aumenti con la frequenza, seguendo la legge di Planck.

Al contrario per un processo non termico, ad esempio emissione di elettroni accelerati, transizioni atomiche indotte da radiazioni, l'intensità emessa diminuisce con la frequenza. Molte delle fonti più spettacolari di emissione radio, come i resti di supernova Cassiopea A e la Nebulosa del Granchio, le radiogalassie M87 e Cygnus A, le pulsar e gli sfondi di onde metriche della nostra galassia Via Lattea, sono di natura non termica. Tuttavia, per ragioni pratiche, il termine "temperatura di brillantezza" è oggi adottato in una varietà di contesti.

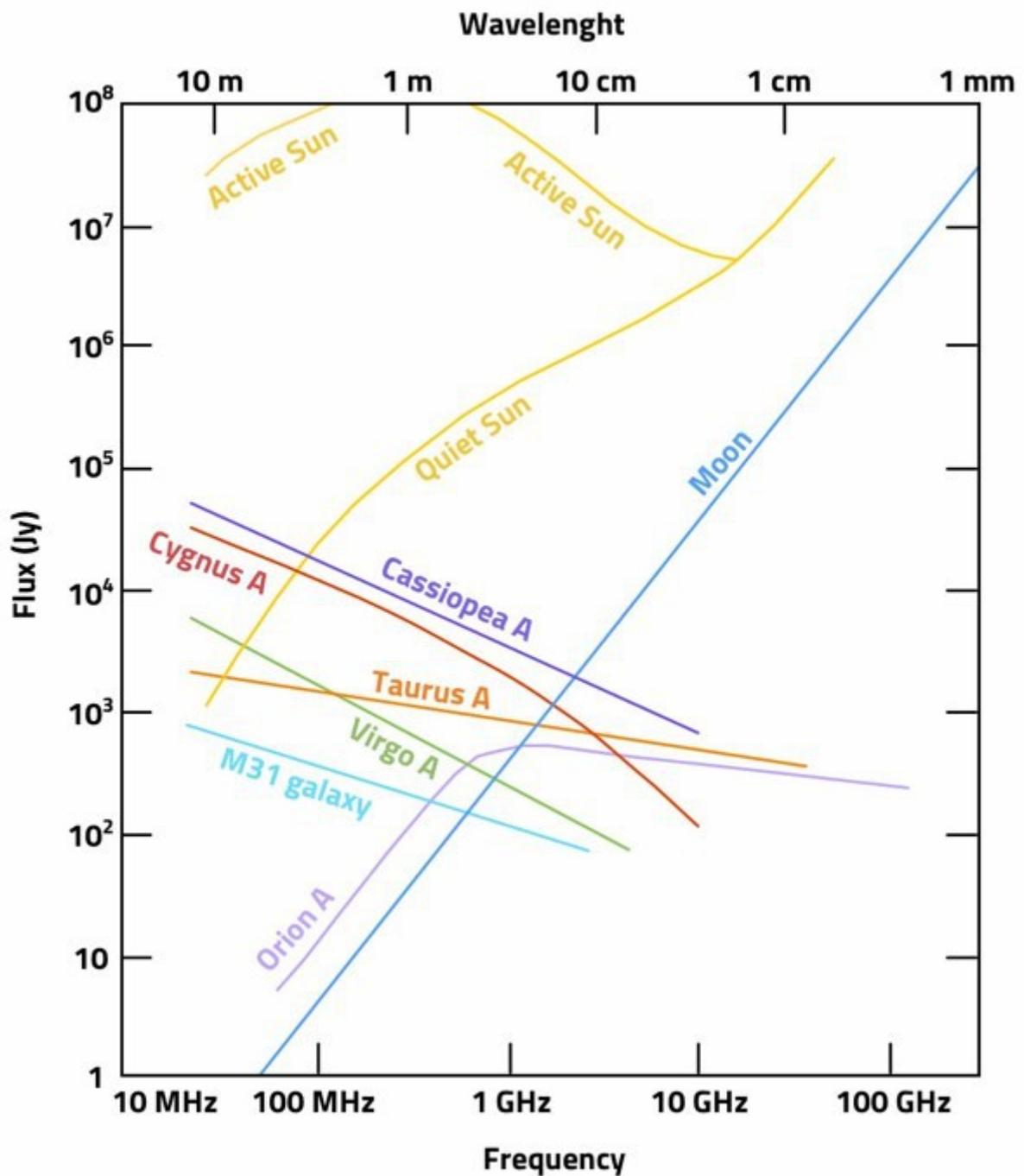


Fig.1 Spettri di emissione per alcune radiosorgenti accessibili anche a livello amatoriale. L'intensità di emissione è in funzione della frequenza (da 10 MHz a 100 GHz).

L'archetipo delle fonti termiche è un corpo nero, in cui la radiazione è in equilibrio con il materiale emittente, non importa cosa sia, e non c'è bisogno di specificare alcun dettaglio sui processi di emissione o assorbimento. La forma matematica dello spettro è sempre la stessa e la sua intensità in funzione della frequenza o della lunghezza d'onda dipende solo dalla temperatura. Il miglior esempio in

radioastronomia, e in effetti il più noto in assoluto, è la radiazione cosmica di fondo a microonde (CMB), che a lunghezze d'onda inferiori a 20 cm diventa la fonte predominante della luminosità del cielo (tranne per una striscia larga circa 3 gradi lungo il piano galattico causata dalla radiazione dal mezzo interstellare).

Lo spettro CMB è specificato (quasi) completamente dalla temperatura di 2,725 K. La materia in una fase iniziale dell'evoluzione cosmica era in equilibrio con questa radiazione e ha conservato fino ad oggi il suo spettro di corpo nero nella successiva espansione e raffreddamento dell'Universo.

Quando la radiazione viene emessa mediante meccanismi non associati alla temperatura di un oggetto, si parla, come detto sopra, di emissione non-termica, anche se spesso si usa il concetto di 'temperatura di brillantezza' anche per essi.

Gran parte della radiazione nella nostra galassia e in particolare la radiazione scoperta da Jansky è generata principalmente dall'interazione di particelle cariche con campi magnetici. Quando una particella carica (ad esempio un elettrone o un protone) che viaggia a una certa velocità entra in un campo magnetico, viene esercitata su di essa una forza che la devia in una traiettoria circolare. Questa è nota come forza di Lorentz. Poiché la particella è accelerata, emette luce, che in condizioni non relativistiche, ovvero la sua velocità è molto inferiore alla velocità della luce, è nota come radiazione di ciclotrone. Ma quando la sua velocità è vicina alla velocità della luce, emette una radiazione molto più forte, nota come radiazione di sincrotrone. Un esempio di ciò sono i quasar, che emettono radiazione di sincrotrone oltre alla luce visibile e ai raggi X.

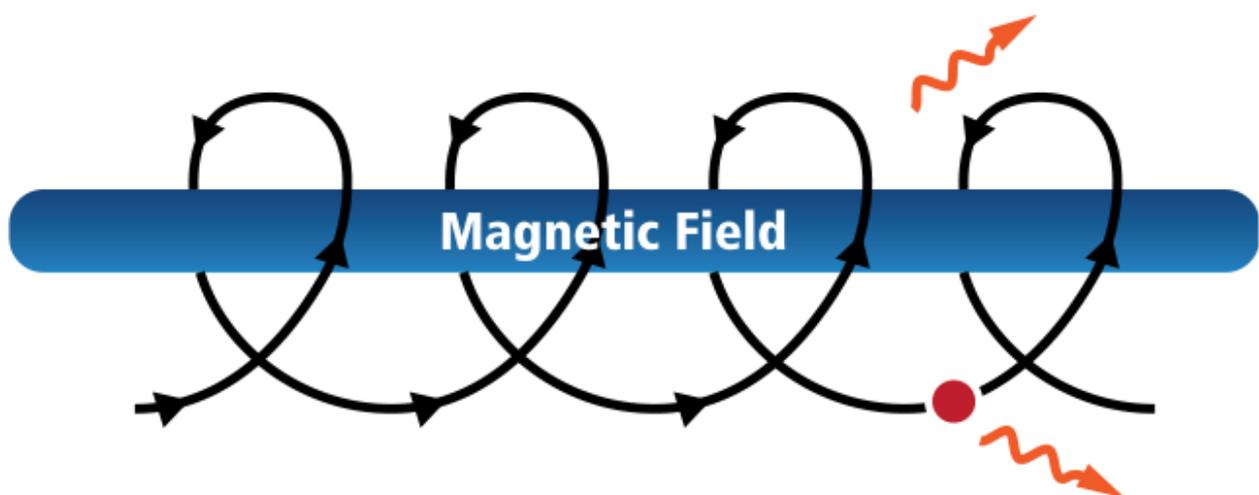


Fig.2 Una particella che si muove in un campo magnetico e la sua accelerazione emette radiazione elettromagnetica a spese dell'energia cinetica della particella generando radiazione ciclotronica.

Una differenza importante tra questi meccanismi è che mentre l'intensità della radiazione termica aumenta con la frequenza, l'intensità della radiazione non termica di solito diminuisce con la frequenza.

La radiazione H I a 21 cm è un'altro esempio di radiazione non-termica, così come la radiazione H II a 656 nm. La temperatura di brillantezza in questi casi va intesa come la temperatura di un ipotetico corpo nero che emetta a quella lunghezza d'onda con la potenza della sorgente.

Come si vede dalla Fig.1 , a parte il Sole (quieto) e Luna che, grossomodo, si comportano come corpi neri nella banda radio, le altre radiosorgenti irradiano con maggiore intensità per frequenze inferiori a 1 GHz, con un meccanismo (non termico) secondo il quale l'intensità dell'emissione aumenta al diminuire della frequenza. Secondo questa considerazione sembrerebbe opportuno iniziare le prime osservazioni alle frequenze più basse.

Tuttavia, occorre considerare "l'affollamento" radio nella zona ove è ubicato il radiotelescopio. Le interferenze ed i disturbi artificiali, molto intensi nelle zone urbane e industrializzate, sono la vera piaga della radioastronomia: lo spettro radio è praticamente saturo di segnali ed emissioni spurie di varia natura, molto più intensi di quelli cosmici soprattutto alle frequenze più basse.

Queste interferenze artificiali sono causate dai disturbi prodotti dalla distribuzione, dall'utilizzo e dalla trasformazione di potenza dell'energia elettrica, dalle trasmissioni radar per il controllo del traffico aereo militare e civile, dalle stazioni trasmettenti terrestri utilizzate per i servizi di diffusione radio e televisiva, dai trasmettitori e transponder sui satelliti artificiali, dalla rete telefonica cellulare (sempre più diffusa) e Wi-Fi , spesso contenente emissioni spurie (armoniche indesiderate) nelle apparecchiature domestiche a basso costo.