

Fig.3 Radiomappa Satellite Cobe

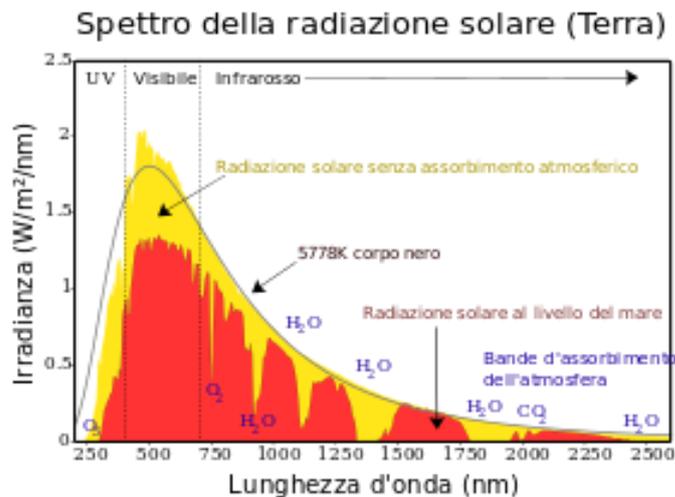
SCAMBI DI ENERGIA TRA ONDE E TRA ONDE E MATERIA

Dal momento che nell'universo la frequenza (e quindi l'energia) delle onde elettromagnetiche è estremamente varia, succede spesso che avvengano scambi di energia tra onde di diversa energia. Ciò è meglio spiegato se consideriamo la natura corpuscolare della radiazione, ovvero se intendiamo le onde elettromagnetiche in termini di fotoni. Può infatti succedere che onde di energia elevata cedano parte della loro energia a onde di più bassa energia, nel senso che esiste uno scambio di energia tra fotoni a differente energia. Ad esempio un fotone ad energia relativamente alta come un fotone ultravioletto può cedere parte della sua energia ad un fotone ottico. Pur tuttavia, affinché questi processi abbiano luogo, è assolutamente indispensabile che il mezzo attraverso il quale si propagano le varie onde sia pressoché vuoto, ovvero privo di materia (se non in una percentuale estremamente piccola). In tal modo l'energia interagisce liberamente con altra energia, ma questo può avvenire solo nello spazio dove non c'è aria. Invece sulla Terra, ovvero all'interno della nostra atmosfera, la propagazione di onde di una certa frequenza non è possibile, dal momento che essa viene assorbita dalla materia. Ad esempio se io utilizzo un cannone a raggi X nell'atmosfera, i fotoni emessi verranno quasi immediatamente assorbiti dalla materia circostante, ovvero dall'aria, le cui molecole possono essere eccitate o ionizzate.

Questo può succedere anche se emettiamo raggi ultravioletti, ad esempio. Cosa succede in questi casi? I fotoni ad alta energia eccitano gli atomi di aria, in maniera che gli elettroni all'interno effettuano dei salti quantici ad orbitali molto più energetici, dopodiché nuovamente emettono fotoni, ma ciò avviene solo nella banda ottica. La radiazione ad alta energia viene nuovamente processata verso lunghezze d'onda più lunghe, a causa della materia che c'è in mezzo.

Pertanto all'interno dell'atmosfera onde corrispondenti ad energie molto elevate vengono come bloccate dalla materia. Ma siccome vale il principio di conservazione dell'energia, quella energia in più viene ceduta alla materia, la quale poi risponde nuovamente emettendo ulteriori fotoni. Chiaramente questo blocco della radiazione ad alta energia prodotto dall'atmosfera sarà tanto maggiore quanto maggiore è la densità dell'aria e quanto maggiore è la distanza della sorgente. È infatti intuitivo che se un fascio di raggi ultravioletti viene emesso da una grande distanza in una data direzione, esso dovrà attraversare una gran quantità di atomi prima di arrivare a destinazione. Ma a destinazione con quell'energia non ci arriverà mai perché la materia circostante l'avrà completamente assorbita e poi nuovamente processata. Non che non sia possibile emettere raggi X o anche raggi Gamma e quindi riceverli nell'ambiente in cui viviamo, ma affinché questo avvenga noi dovremmo trovarci a distanze relativamente piccole, in maniera tale che il numero di atomi in grado di riassorbire e poi nuovamente processare quella radiazione sia il più basso possibile. Sicuramente la cosa diventerebbe invece più agevole ad alta quota, dove la densità dell'aria è molto più bassa. Quindi vediamo subito che la nostra atmosfera funziona un po' come una "gabbia" in grado di

proteggerci dalle radiazioni ad energia troppo alta. In tal caso è proprio la materia, ovvero gli atomi, ad intervenire per la nostra protezione, cosa che invece non succede su pianeti privi di atmosfera e dove infatti non può esserci vita (anche per la mancanza di ossigeno da respirare). Nel caso di pianeti come Mercurio, la Luna stessa, in parte Marte, e diversi altri, di solito la radiazione ad alta energia arriva liberamente senza ostacoli fino al suolo.



Profondità ottica. Rappresenta una misura della Trasparenza, definita come la frazione della radiazione che viene assorbita nel percorso che attraversa. La profondità ottica T viene definita tramite la semplice equazione data da:

$$I_0 = I_s \cdot e^{-T}$$

Dove I_0 rappresenta la radiazione osservata ad una data distanza d , mentre I_s rappresenta la radiazione alla sorgente che la emette. Chiaramente avremo che la profondità ottica T dipenderà dalla distanza d , da un coefficiente di assorbimento k

(a sua volta dipendente dalla frequenza della radiazione elettromagnetica) e dalla densità dell'aria p .

In tal modo abbiamo che:

$$T = k \cdot p \cdot d$$

Questa legge - qui semplificata - vale sia per la propagazione della radiazione (ovvero delle onde elettromagnetiche) nella nostra atmosfera che per la propagazione della radiazione nello spazio interstellare.

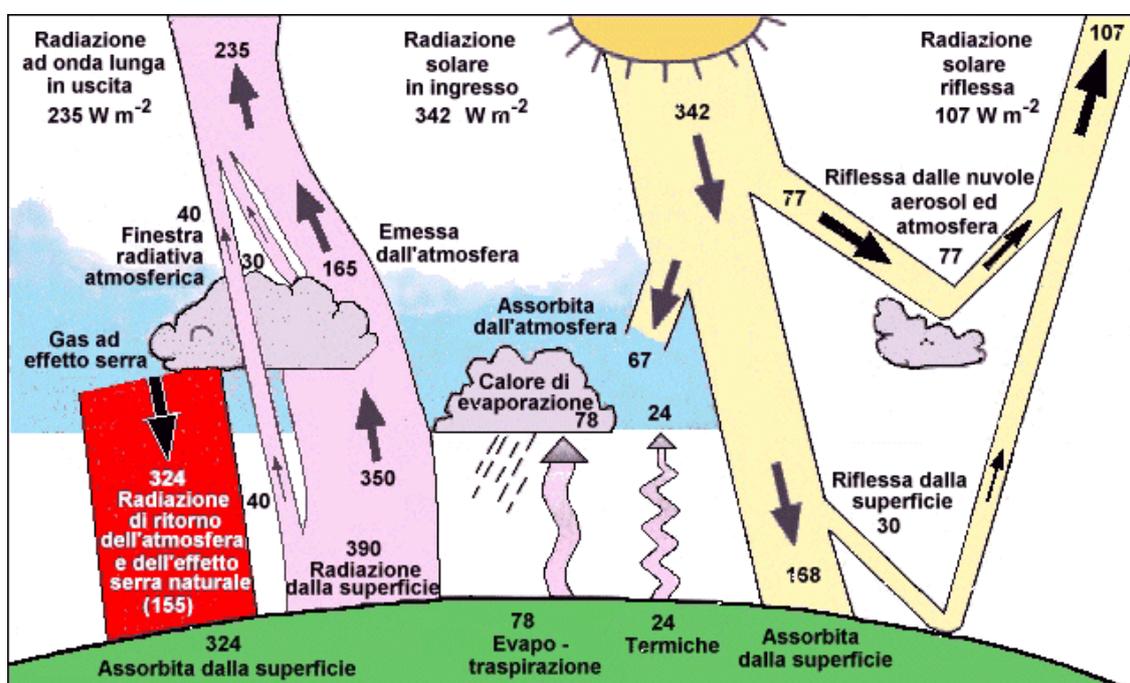
Ma nel caso di pianeti dotati di atmosfera densa (salutare o velenosa che sia), affinché si riesca a registrare radiazione cosmica nei raggi ultravioletti, nei raggi X o nei raggi gamma, bisogna per forza andare fuori dall'atmosfera. Vediamo dunque che l'atmosfera funziona come una barriera estremamente limitante per certe gamme specifiche di lunghezza d'onda.

Ma come vedremo in seguito, tutto questo non vale per la radiazione ad energia molto più bassa di quella corrispondente al visibile, come ad esempio le cosiddette "onde ultralunghe" (altrimenti dette "frequenze ultrabasse") della gamma radio. Lo stesso discorso fatto in precedenza vale per l'infrarosso, radiazione che viene assorbita dalle molecole di vapore acqueo della nostra atmosfera, ma qui la situazione è un po' più agevole, dal momento che basta posizionare in alta montagna telescopi specificamente dediti all'osservazione nell'infrarosso, oppure imbarcati su aerei ad alta quota, per riuscire ad evitare, almeno in parte, il problema.

Ma la radiazione infrarossa è legata anche al calore, dal momento che gli oggetti alle normali temperature, o anche più alte, emettono spontaneamente radiazione di questo tipo, più che altro concentrata nel medio infrarosso. Questa è la parte nota come "infrarosso termico", che possiamo rilevare solo con opportuni strumenti. Nel caso invece delle onde radio, l'atmosfera - a parte alcune frequenze relativamente elevate come le microonde, che sono soggette a qualche limitazione quando c'è elevata densità di vapore acqueo - non esercita particolare disturbo, dal momento che si tratta di onde ad energia troppo bassa per generare dei salti quantici significativi negli atomi dell'atmosfera: affinché questo succeda è necessario che la lunghezza d'onda della radiazione sia comparabile con le dimensioni effettive delle particelle assorbenti, ma le onde radio sono troppo

lunghe affinché questo succeda. E infatti per osservare certe sorgenti celesti che emettono onde radio si possono agevolmente utilizzare i radio telescopi da terra (sia di notte che di giorno): in questo caso le onde ricevute hanno lunghezze oscillanti tra il centimetro e i 10 metri, decisamente troppo lunghe perché esse vengano assorbite e/o diffuse dalle particelle esistenti nell'atmosfera.

Nel caso delle onde radio l'unico problema, non è l'interazione tra la radiazione e la materia, ma l'interazione della radiazione con altra radiazione di pari lunghezza d'onda, ovvero il fenomeno dell'interferenza, già discusso in precedenza. Proprio per far fronte al problema dell'interferenza, nel caso delle osservazioni radioastronomiche, qualcuno, come il fisico Claudio Maccone, ha pensato ad un progetto per piazzare i radiotelescopi della prossima generazione sulla faccia nascosta della Luna.



Ricezione delle varie onde elettromagnetiche - dalle onde radio ai raggi gamma - sul nostro pianeta, Bilancio energetico sulla terra.