TESINA PER L'ESAME DI STATO
A.S. 2014/2015

Astrobiologia

di *Francesco Panico*

L'ASTROBIOLOGIA

Il presente contributo, elaborato dallo **studente Francesco Panico** del Liceo Scientifico "A. Landi" di Velletri (RM), è connesso alle attività scientifiche e laboratoriali svolte durante lo ***"Stage a Tor Vergata"*** - promosso dal Piano nazionale Lauree Scientifiche e tenuto presso i laboratori della Macroarea di Scienze MFN dell'**Università degli Studi di Roma Tor Vergata** in due fasi:

- Stage Estivo dal 16 al 20 Giugno 2014;
- Stage Invernale dal 2 al 6 febbraio 2015.

Le attività didattiche previste nel Programma dello Stage sono state realizzate in cinque gruppi di ricerca, guidati da docenti dell'Università di Roma Tor Vergata.

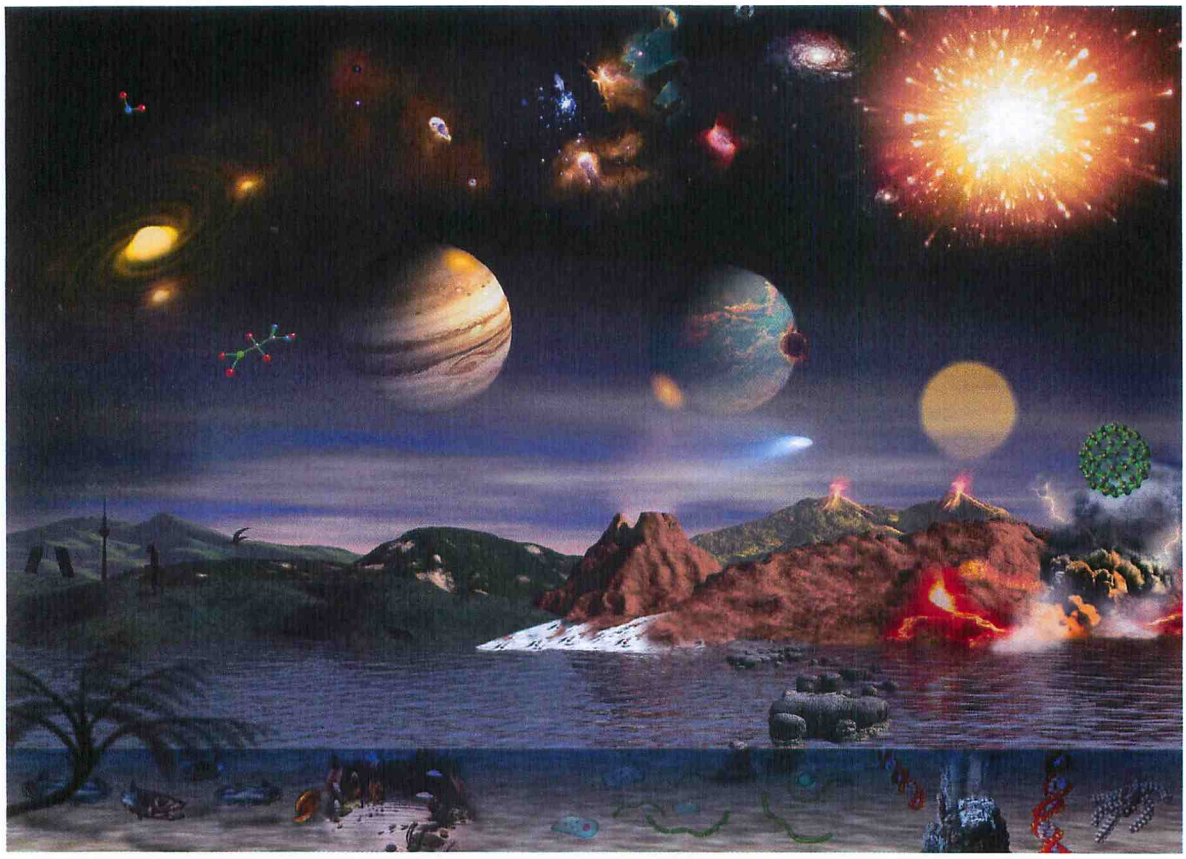
Il responsabile scientifico del Modulo "Astrobiologia"

Dott.ssa Daniela Billi .....

Il Direttore degli "Stage a Tor Vergata"

Prof. Nicola Vittorio .....

ASTROBIOLOGIA



Daniele Billi

L'Astrobiologia

"Se gli altri animali contemplano a testa bassa la terra, la faccia dell'uomo l'ha alzata, gli ha imposto la vista del cielo perché levasse lo sguardo spingendolo fino alle stelle".

Così scrive Ovidio nelle Metamorfosi, riconoscendo nella meraviglia di fronte al cielo stellato l'origine prima di quel senso del mistero, di quelle domande fondamentali che da sempre occupano la mente e il cuore di donne e uomini. Tra queste forse la più ricca di implicazioni riguarda l'origine della vita, sulla quale esistono tante ipotesi, ma ancora poche certezze: dove e come è nata la vita? Quali sono le condizioni necessarie a sostenerla? Esiste la vita altrove nell'universo? I pezzi del puzzle arrivano dalle discipline più diverse, dai laboratori, dal profondo degli oceani, dai luoghi più inospitali del nostro pianeta, ma anche dallo Spazio: dalla Stazione Spaziale Internazionale, da Marte, dalla cometa Churyumov-Gerasimenko studiata dall'ambiziosa missione Rosetta. Questa breve introduzione all'astrobiologia è un volo di ricognizione nei vari luoghi, fisici o figurati, ove si sta cercando di rendere il mistero meno fitto. Preparatevi ad un viaggio vertiginoso e, se ogni tanto resterete senza fiato, fermatevi e sedetevi un attimo a contemplare il cielo stellato.

-Samantha Cristoforetti

Indice

Astrobiologia pag. 1

I mattoni della vita pag. 2

L'importanza del carbonio e dell'acqua pag. 6

L'origine della vita pag. 7

Estremofili pag. 12

Ricerca di vita nel Sistema Solare pag. 15

Astrofisica pag. 16

Metodi di rilevamento dei pianeti pag. 19

Bibiliografia & Sitografia pag. 21

Astrobiologia

L'astrobiologia è una disciplina moderna che si occupa per lo più dello studio della vita nell'universo; per questo molto spesso si trova a confrontarsi con chimici, fisici, astrofisici, astronomi, geologi ecc. quindi si può ben notare che il raggio d'azione tra le varie discipline è molto ampio. Durante tutta la sua "carriera" l' astrobiologia si è posta tre domande in particolare :

- Come è iniziata la vita e come si è evoluta?
- Esiste vita da qualche parte nell' Universo?
- Se si, come possiamo trovarla?

Da sempre gli astrobiologi hanno cercato di dare risposta a queste tre domande senza trovare una soluzione definitiva ai quesiti. Ma nel corso degli anni a seguito di vari esperimenti e missioni spaziali che hanno cercato presenza di forme di vita nello spazio (Biosignature), hanno sperimentato come alcuni microorganismi resistano alle radiazioni o semplicemente hanno studiato la composizione chimica dell 'Universo e di alcuni pianeti del Sistema Solare acquisendo nel corso degli anni coscienza e consapevolezza di ciò che ci circonda.

Ma prima di addentrarci in arogmenti più dettagliati bisogna capire cos' è la vita e per farlo la maggior parte degli scienziati è in accordo sulla definizione data da Gerald Joyce , nel corso dell' Exobiology Program della Nasa, nell' Ottobre del 1992 ovvero:

" La vita è un sistema chimico in grado di autosostenersi e di andare incontro ad evoluzione Darwiniana".

Ovvero basata su una macromolecola, il DNA, che si replica introducendo errori che danno origine alla varietà delle specie su cui agisce la selezione naturale. Conosciamo però soltanto un tipo di vita, ovvero quella basata sulla chimica del carbonio, che dipende dall'acqua allo stato liquido, idrogeno, azoto, fosforo e zolfo (CHONPS) e da una fonte di energia. Un'evidenza che salta subito all'occhio è che questi elementi che danno la vita sulla Terra, sono molto abbondanti nell 'Universo il che ci fa pensare che ci potrebbe essere vita al di fuori del nostro pianeta, però è pensiero comune che l' acqua allo stato liquido sia fonte di vita ("Follow the Water") ma purtroppo non è sempre così.

I Mattoni della vita

Gli elementi primordiali che hanno poi permesso lo sviluppo di quelli che oggi chiamiamo elemnti della vita (CHONPS) sono:

- Acqua (H2O)
- Formaldeide (H2CO)
- Acido Cianidrico
- Zuccheri (Almeno tre legami C e un doppio legame = O)
- Idrocarburi -(CH2)n-

Insieme ad altri elemnenti come NH3, CH4 e HCHO si sono in qualche modo, ancora non scoperto dagli scienziati, organizzati per formare i cosidetti Mattoni della Vita.

I Mattoni della vita sono quegli elementi con i quali la vita si è formata ad esempio nel nostro corpo hanno permesso di evolverci fino ai nostri giorni. Questi sono :

- DNA e RNA
- Amminoacidi (e quindi proteine)
- Lipidi
- Carboidrati

DNA: La molecola della vita

Il DNA (Acido Desossiribonucleico) è un acido nucleico che ha una forma di doppia spirale ed è costituito da monomeri detti nucleotidi. I nucleotidi sono composti a loro volta da : basi azotate, gruppo fosfato e il desossiribosio (zucchero pentoso). Le basi azotate che possono essere utilizzate

sono 4: l' adenina, la guanina, la citosina e la timina. L'ordine di disposizione di nuclotidi genera il codice genetico che contiene informazioni da inviare in tutto l'organismo sullo svolgimento delle funzioni biologiche. Il DNA ha anche la capacità di replicarsi per evitare di perdere informazioni nel passaggio tra le diverse generazioni cellulari.

Il DNA può anche essere sottoposto a mutazioni, che non devono essere esclusivamente viste in accezione negativa, ma bensì esse sono alla base dell' evoluzionismo. Le mutazioni avvengono tramite mutageni che possono essere ad esempio: agenti ossidanti, agenti alchilanti o radiazioni come i raggi X e gli UVC. Uno dei danni più pericolosi al DNA è la rottura della doppia elica che non solo comporta la perdita di materiale genetico, ma è anche molto difficile da riparare.

RNA

L' RNA (Acido Ribonucleico) è simile al DNA ma contiene invece del Desossiribosio il Ribosio e invece della base azotata timina, l'uracile. L' RNA viene sintetizzato a partire dalla trascrizione del DNA dove un filamento di quest' ultimo viene copiato in un filamento di RNA.

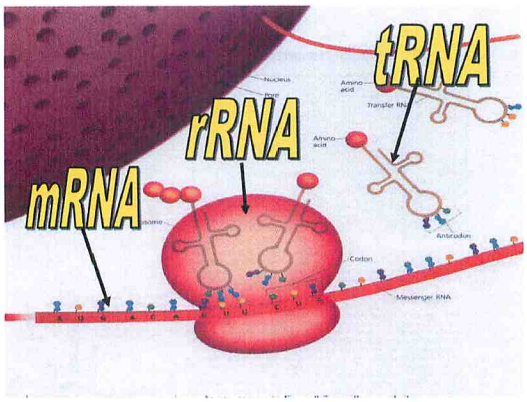
L' RNA può essere diviso in 3 tipologie:

- RNA messaggero (mRNA)
- RNA transfer (tRNA)
- RNA ribosomiale (rRNA)

L' mRNA trasmette l' informazione dal DNA al citoplasma, ha un filamento che è complementare a quello del DNA e una volta finito il "trasporto" si scompone nei nucleotidi di cui era formato.

Il tRNA è costituito da circa 80 basi azotate e ha una forma a trifoglio con tre lobi: uno riconosce tramite anticodone la tripletta dell' mRNA corrispondente, un altro riconosce l'enzima che attacca l'amminoacido al transfer; l'ultimo riconosce i ribosomi e li trasferisce ai vari amminoacidi che uniti tramite un legame peptidico formano le proteine.

L' rRNA forma i ribosomi nei quali avviene la sintesi proteica



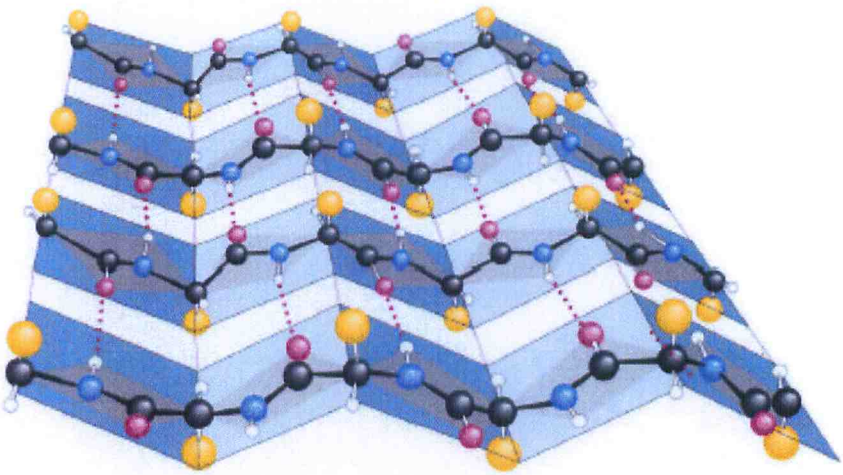
Amminoacidi e Proteine

Le proteine sono composte da delle unità base (monomeri) chiamati amminoacidi. Gli amminoacidi sono costituiti da: un carbonio che si lega al gruppo Amminico NH2 , il gruppo carbossile COOH, un atomo di idrogeno H e un radicale R che varia da un amminoacido all' altro. Gli amminoacidi si legano tra di loro per condensazione creando legami peptidici; se ci sono circa dieci legami allora si parla di peptide , se sono circa cento si parla di polipeptide, invece quando i legami raggiungono un' elevata quantità (anche più di mille) allora parliamo di proteine.

Le proteine sono quindi caratterizzate dai vari legami peptidici, presentano perciò alle estremità sempre il gruppo amminico e carbossile che a loro volta possono creare ulteriori legami peptidici. Con i venti amminoacidi esistenti si potrebbero creare un numero infinito di combinazioni ma l'evoluzione ne ha "selezionati" soltanto poche che sono quelle che ritroviamo nelle proteine degli organismi viventi.

Le proteine sono caratterizzate da quattro strutture in particolare:

- La struttura primaria che è caratterizzata dalla semplice struttura lineare delle proteine e quindi sono importanti i legami peptidici.
- La struttura secondaria invece è caratterizzata da deboli legami idrogeno che danno alla struttura diverse forme, quelle più famose sono Alpha – elica e Beta – foglietto. In realtà solitamente la struttura secondaria si presenta molto disordinata e solo in alcuni punti si nota una certa organizzazione.
- La struttura terziaria è caratterizzata dal ripiegamento della struttura a causa delle forze attrattive di tipo eletrostatico
- La struttura quaternaria è tipica soltanto di alcune proteine molto complesse che necessitano di due subunità che si associano tramite legame elettrostatico debole. Questi tipi di proteine prendono il nome di proteine coniugate

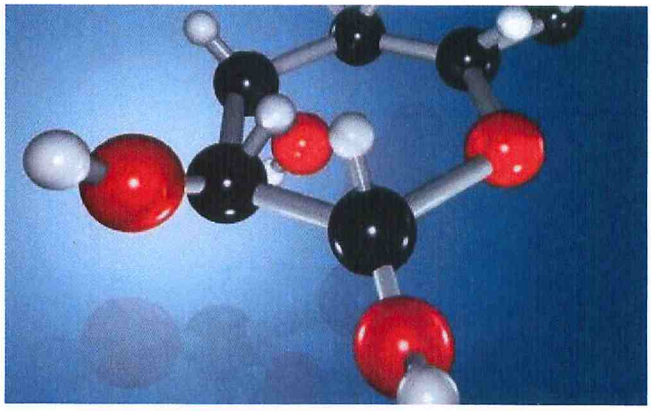


I Carboidrati

I Carboidrati sono le biomolecole più presenti in natura e sono infatti la prima sorgente di energia per gli organismi. Come le altre molecole anch' essi hanno un monomero che viene chiamato monosaccaride. Essi sono distinti dal gruppo alcolico –OH e il gruppo aldeidico –CHO o chetonico C = O. A seconda degli atomi di carbonio si chiamano triosi, tetrosi, pentosi, ecc. mentre se contiene il gruppo aldeidico si chiama aldoso , mentre se presenta il gruppo chetonico viene chiamato chetoso. I Monosaccaridi hanno solitamente una struttura ciclica in cui avviene la chiusura dei legami tramite la reazione di addizione nucleofila tra il gruppo –OH e il gruppo aldeidico o chetonico.

I disaccaridi si formano dall' unione di due monosaccaridi tramite la reazione del gruppo anomerico –OH e il gruppo alcolico dell' altro formando un legame O-glicosidico e con liberazione di H2O. Tra i disaccaridi più comuni ricordiamo: il maltosio, il lattosio e il saccarosio.

I Polisaccaridi invece hanno una massa molecolare molto alta poiché deriva dall' unione di centinaia di monosaccaridi. Tra i più comuni ricordiamo l ' amido e la cellulosa che è il più abbondante composto organico presente in natura.



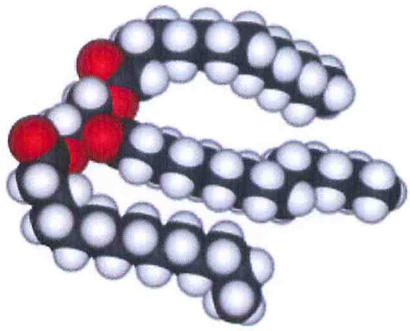
I Lipidi

I lipidi sono un gruppo molto eterogeneo di molecole organiche, ma hanno tutte in comune una particolare caratteristica, ovvero sono poco solubili in acqua mentre sono solubili in solventi organici apolari poiché prevale, nei lipidi, la parte idrocarburica che è appunto apolare. I lipidi sono molto importanti poiché fungono sia da riserva energetica, costituiscono tutti i tipi di membrana e infine, come ad esempio le vitamine, sono indispensabili agli organismi viventi.

I lipidi si dividono in: saponificabili e in saponificabili a seconda che possano subire l' idrolisi per riscaldamento in ambienti basici, processo anche detto saponificazione.

I lipidi saponificabili a seconda del contenuto di catene insature, i trigliceridi si dividono in grassi solidi (a temperatura ambiente) e grassi liquidi.

I lipidi in saponificabili invece sono prodotti dalla cellula a partire dall' isoprene e alcuni di questi sono le vitamine mentre altri rappresentano una classe molto importante di lipidi: gli steroidi che hanno una tipica struttura a quattro anelli dove i primi tre hanno sei atomi di carbonio mentre il quarto ne ha soltanto cinque. Uno degli steroidi più comuni è il colesterolo.



L'Importanza del Carbonio e dell'Acqua

La vita è autocatalitica ed è capace di evolvere; per farlo ha bisogno che le molecole che conservano la memoria ereditaria si estendano e si modifichino attraverso reazioni di combinazione. Da un punto di vista chimico il carbonio e l'elemento più efficiente; poiché può formare quattro forti legami, è molto versatile nel costruire "blocchi della vita" e una variazione nello scheletro carbonioso contribuisce alla diversificazione delle molecole organiche e quindi alla diversità della vita. Inoltre circa 90 molecole contenenti carbonio sono state identificate nello spazio interstellare, mentre soltanto 9 basate sul silicio.

L' acqua ha avuto un ruolo fondamentale nella formazione ed evoluzione della vita, favorendo la diffusione e lo scambio di molecole organiche. Le molecole d' acqua sono particolari perché: stabiliscono legami idrogeno con molecole contenenti gruppi idrofili, nelle molecole organiche con gruppi idrofobi e idrofili si auto organizza in risposta a queste proprietà, attiva i dissipatori di calore, sono forti agenti idrolitici e consente i percorsi per le combinazioni chimiche le quali avrebbero dovuto subire delle modifiche nel caso sarebbero avvenuto in solventi organici.

L' origine della vita

Come abbiamo visto nell' introduzione sono tre le principali domande che l'Astrobiologia si pone, mentre prima abbiamo spiegato cos 'è la vita come noi la conosciamo e da cosa è composta principalmente, passeremo ora a dire come essa si sia originata ed evoluta sulla Terra. La vita quindi è basata sui CHONPS i quali però si trovano ovunque nel nostro Universo anche divisi tra di loro : ad esempio è stata trovata la glicoaldeide la quale può reagire con il propenale (o acroleina) dando vita al ribosio che costituisce l'ossatura del DNA, infatti questo ha portato a ulteriori teorie ed ulteriori domande come ad esempio "è nato prima l' RNA (teoria del mondo ad RNA) o il

metabolismo?" ; il carbonio invece come già avevamo accennato in precedenza è molto abbondante nell' Universo infatti fu infatti trovato nel 1937 come composto semplice legato all' idrogeno CH (radicale metilidina) nello spazio tra una stella e l'altra, successivamente fu trovato anche nelle comete. Però tutto ciò, nonostante fornisca una informazione importante sia per l'origine della vita sulla Terra per l' eventuale presenza di forme di vita al di fuori del nostro pianeta, le molecole che portano all' innesco della vita sono molte ed alcune anche molto complesse come ad esempio l'acido di glicolico, fumarico, succinico e ossalacetico, che fanno parte del ciclo di Krebs ovvero la catena di reazioni con le quali le cellule "respirano", le quali ancora non sono state osservate nello spazio, ma in un futuro prossimo con tecnologie ancora più avanzate si auspica di trovare questi elementi nello spazio e "unire i puntini" verso una teoria generale.

Quindi abbiamo constatato che le teorie su come la vita si sia originata ed evoluta sono molte ma durante questo percorso ne tratteremo soltanto due ritenute quelle più interessanti e plausibili: La teoria della Litopanspermia e quella riguardante le "Lost Cities".

Litopanspermia

"Lost Cities"

Litopanspermia

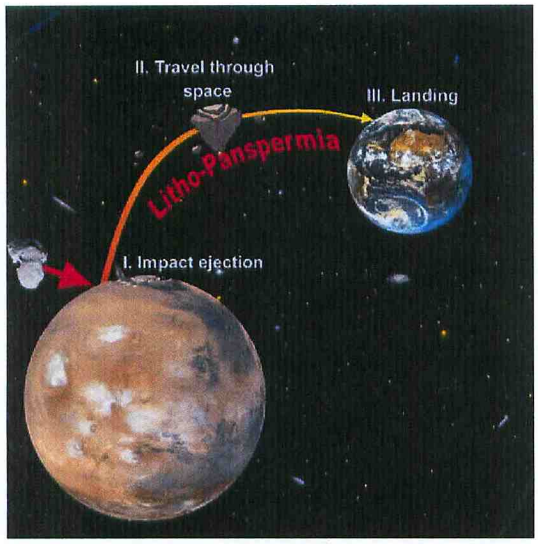
La teoria della litopanspermia come suggerisce il nome, consiste nel trasporto di microorganismi attraverso rocce più o meno grandi provenienti da altri pianeti , le quali sono state espulse attraverso forti impatti con meteoriti, per giungere infine sul nostro pianeta. La roccia naturalmente più è grande più è resistente, poiché essa dovrà essere sottoposta a tre fasi:

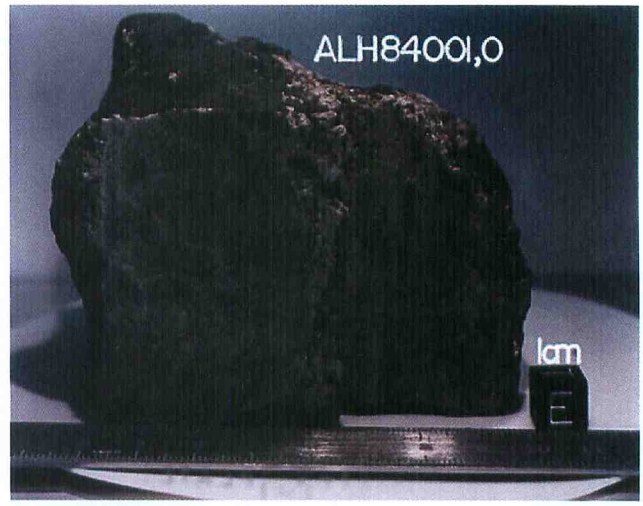
1. Ejection (o Escape) dal pianeta di origine: in questo processo la roccia è sottoposta ad alta pressione, temperatura e forza gravitazionale
2. Esposizione a raggi UV, vuoto e raggi cosmici, risentendo di un debole forza gravitazionale e di un temperatura variabile
3. Entrata (Landig) sul pianeta "ricevente": anche in questo caso la roccia è sottoposta ad alte temperature, forza gravitazionale e pressione.

Come possiamo ben vedere, la roccia viene sottoposta a fortissime pressioni durante tutto il viaggio il che tiene molto bassa la percentuale di spore che sopravvivono al termine della terza fase (circa lo 0,2%).

Questa teoria è molto particolare poiché mette in discussione che la vita si sia originata sulla Terra , bensì essa provenga da un altro pianeta. Gli studiosi hanno affermato che un momento molto propizio in cui la litopanspermia possa essere avvenuta con successo è quando i pianeti Extrasolari erano molto vicini alla Terra, quindi nelle prime fasi dell' Universo.

Il ritrovamento del meteorite ALH84001,0 dove ALH sta per Allen Hills la località antartica dove fu ritrovato, rappresenterebbe una prova a sostegno della Litopanspermia se venisse stabilita con certezza la presenza al suo interno di batteri fossili; tutta questa prova è ancora molto dibattuta. Il meteorite fu datato a circa 3.6 milioni di anni fa e pare sia arrivato sulla Terra soltanto 13 mila anni fa.





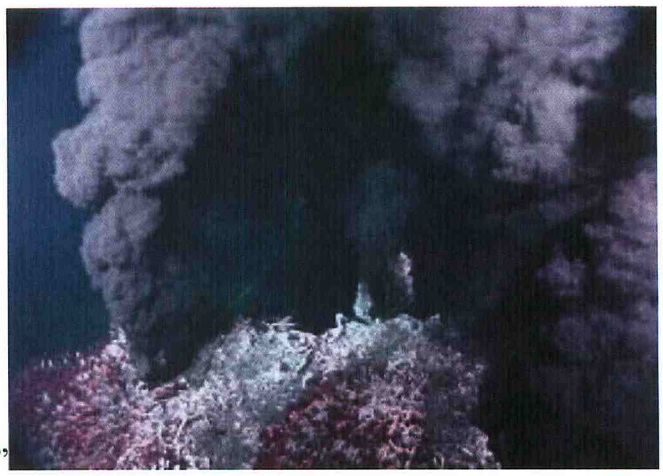
L'Origine della vita negli sfiatatoi Idrotermali

Nei fondali marini, nelle vicinanze di dorsali oceaniche si trovano delle particolari strutture che prendono il nome di sfiatatoi idrotermali, questi furno scoperti per la prima volta negli anni '70 e furono chiamati "Black Smokers" poiché a causa della loro composizione di zolfo e ferro e al successivo contatto con il magma questi emettevano dei fumi neri. Successivamente nel 2000 fu scoperto un altro tipo di sfiatatoio idrotermale che suscitò l'interesse di molti scienziati poiché questo nuovo sfiatatoio che aveva caratteristiche differenti rispetto ai black smokers dal momento che non solo non veniva a contatto con il magma, subendo invece la serpentinizzazione, ma era composto per lo più da bario, silicio e calcio e perciò erano caratterizzati da una fumarola bianca, da qui il nome di "White Smokers" (o Lost City).

I White Smokers inoltre producono più idrogeno e idrocarburi (dalle 100 alle 1000 volte in più) dei Black Smokers il che fece pensare oltre al fatto che la temperatura sia più sostenibile che in una struttura simile in un ormai remoto passato si sia originato un vero e proprio ecosistema di mircoorganismi che avrebbero dato origine alla vita come la conosciamo.

Un' ipotesi che rafforza la teoria evoluzionistica a partire dagli sfiatatoi idrotermali è l' attuale presenza in questi White Smokers di " ecosistemi" formati da dei microorganismi molto speciali e particoli di cui ne andremo a trattare successivamente: gli Estremofili.

"White Smokers"



"Black Smokers"

Estremofili

Gli estremofili sono microorganismi, per lo più procarioti e appartenenti al gruppo degli archeobatteri ed eubatteri, i quali sono in grado di sopravvivere in ambienti che presentano condizioni estreme quali, valori alti o bassi di temperatura, pressione, pH o salinità.

Questi microorganismi per poter sopravvivere hanno dovuto adottare diverse strategie come: abbassare il punto di congelamento dell' acqua di qualche grado attraverso la produzione di glicerolo e altre proteine anti congelamento. Al contrario un gruppo di estremofili è in grado di resistere a temperature elevatissime, come quelle degli sfiatatoi idrotermali. Alcuni invece riescono a resistere a pressioni elevatissime; infatti nelle Fosse delle Marianne sono stati rilevati organismi che vivevano a 11 KM sotto il livello del mare subendo quindi una pressione di 1100 atmosfere. Altri invece (*Denoiccocus radiodurans*) resistono alle radiazioni spaziali grazie, molto probabilmente, alla loro capacità di evitare e riparare i danni indotti dal disseccamento. Un altro gruppo rivelante è quello dei chemioautotrofi ovvero organismi non fotosintetici in grado di ricavare l'energia necessaria dall' ossidazione di sostanza inorganiche semplici o direttamente dagli elementi chimici, inoltre il loro metabolismo non necessita di luce solare.

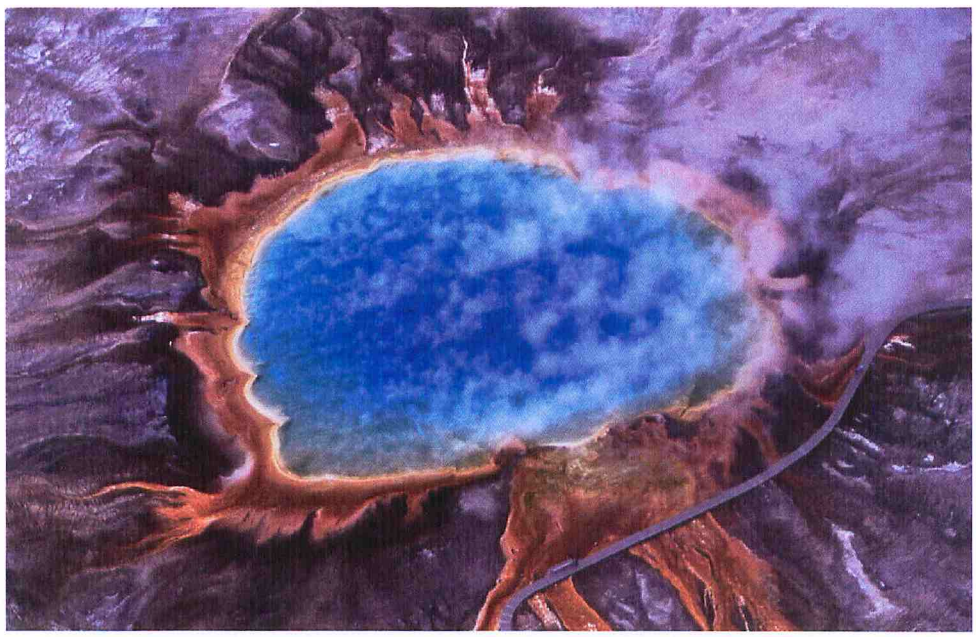
I principali gruppi di estremofili conosciuti al momento sono :

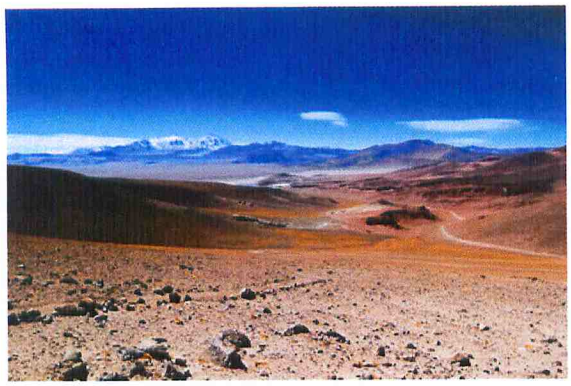
- Termofili: sono in grado di resistere fino a temperature di 80° C
- Ipertermofili : riescono a resistere fino a temperature di 121 °C
- Psicrofili: sono in grado di resistere a temperature bassissime
- Acidofili: vivono in ambienti molto acidi
- Basofili: vivono in ambienti con un elevata alcalinità
- Alofili: vivono in ambienti ad elevata salinità
- Barofili: resistono ad elevatissime pressioni

- Osmofili: resistono in condizioni di elevata osmolarità

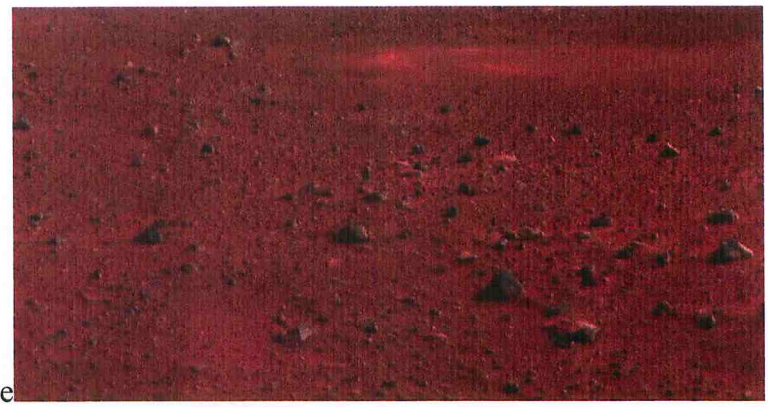
Gli estremofili, sono molto importanti nello studio dell' Astrobiologia dal momento che possono darci indizi sull'origine e evoluzione della vita, studiando i loro adattamenti a questi ambienti estremi; ma soprattutto perché questi microorganismi sono stati trovati in ambienti del nostro Pianeta che sono molto simili ai suoli (o sottosuoli) di alcuni pianeti o lune Extraterrestri. Uno degli esempi più famosi è il Deserto dell'Atacama e quello di Ross in Antartide, molto simili al suolo di Marte oppure i laghi subglaciali come il Lago Vostok e il lago Vida, che ripropongno la situazione di Europa e Encelado, luna di Giove e Saturano, rispettivamente. Il ritrovamento degli estremofili in questi ambienti terrestri ha suscitato molto interesse poiché permette di ipotizzare una probabile presenza di vita , anche se in forma microbica, su questi pianeti extraterrestri.

Altri estremofili che suscitano molto interesse sono quelli in grado di resistere alle radiazioni ultraviolette e ionizzanti, come i Cianobatteri del genere *Chroococcidipsis* e il *Denecoccus radiodurans*. I primi in particolare sono protagonisti in missioni spaziali attualmente in corso sulla Stazione Spaziale Internazionale, al fine di capire come possano resistere al meglio a queste radiazioni supportandoli ad esempio con un materiale protettivo extracellulare prodotto da aggregati di batteri (biofilm) e di fornirci dati utili a capire se effettivamente ci sia, o ci sia stata, vita su Marte (Missioni BOSS e BIOMEX).

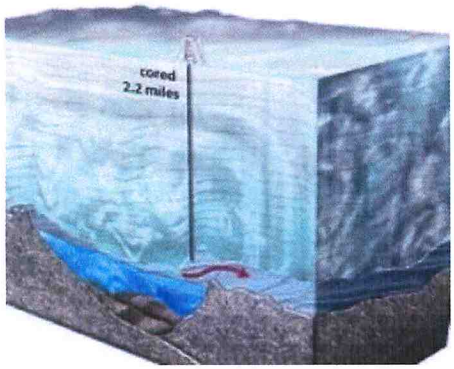




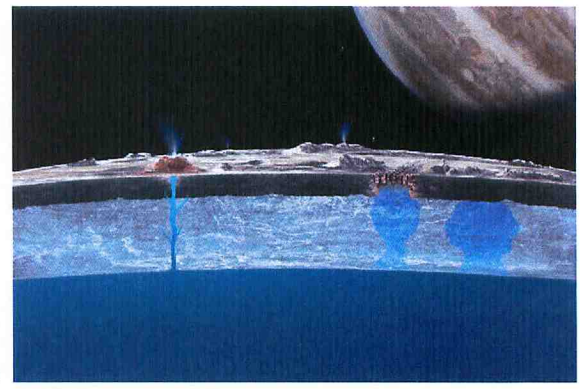
Deserto Atacama



Marte



Lago Vostok (particolare)



Europa

La ricerca della vita nel Sistema Solare

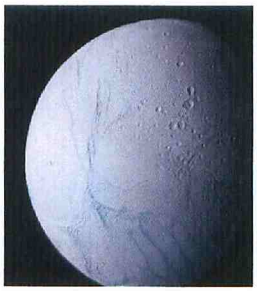
Come abbiamo visto, le probabilità che ci sia o ci sia stata vita nel Sistema Solare , in particolare, non sono poi così basse. Per questo gli scienziati si sono dedicati proprio a questo campo ovvero la "ricerca di vita nel Sistema solare" arrivando a dedurre interessanti teorie.

Per primo il pianeta più studiato è Marte data la vicinanza con il nostro pianeta e la superficie simile a quella del deserto dell' Atacama. Ma le ipotesi di una probabile forma di vita presente o passata non si basano solamente su ALH84001,0 o sulla sua somiglianza con luoghi della Terra ma bensì anche su altri fattori rilevati dal rover Curiosity il quale ha rilevato attravero delle analisi che l'atmosfera di Marte ora molto rareffata un tempo era costituita per lo più da Carbonio, Idrogeno, Azoto e Fosforo. In particolare l'azoto è un elemento importante perché costituisce il 78% dell'atmosfera terrestre ed è anche presente nei mattoni della vita ed è quindi un campanello d'allarme per la probabile presenza (passata o presente che sia) di microorganismi o forme di vita in generale. Inoltre dalle analisi del rover è risultato che su Marte un tempo ci fosse abbondante acqua liquida e quindi era più caldo e più umido.

Un altro luogo interessante è la sesta luna di Saturno: Titano. La cui temperatura superficiale è di circa -179 °C e la sua atmosfera, molto sviluppata, è composta per lo più da Azoto e Metano, il quale Metano potrebbe far pensare ad una presenza di vita, a differenza della Terra, basata su questo alcano, poiché da alcuni esperimenti è risultato che applicando energia ad una atmosfera composta da Metano si vengano a creare 5 basi azotate, per questo siè ipotizzata una vita basata sulla resperizione di Idrogeno. I dati che abbiamo ad oggi di Titano provengono in larga scala dalle analisi eseguite grazie allo spettro elettromagnetico dalla sonda Cassini-Huygens.

Encelado,è un satelitte di Saturno il quale presenta una superficie ghiacciata e una probabile presenza di un lago al disotto di essa e che quindi si ipotizza al suo interno si trovino sfiatatoi idrotermali (ipotesi corroborata dal fatto che sono stati ritrovati frammenti di minerali che presentano reazioni sul fondo oceanico con acqua a circa 90 °C) e quindi la conseguente presenza di microorganismi.

Infine, ma non meno importante, abbiamo Europa, uno dei satelliti di Giove, che come abbiamo già visto presenta caratteristiche simili a quelle del lago Antartico Vostok, quindi anch' esso presenta una superficie ghiacciata con un lago al di sotto di essa, inoltre la sua energia deriva principalmente dalla forza mareale esercitata su di essa da Giove; però a differenza di Encelado, su Europa la sonda Galileo ha rilevato fuoriuscite di biossido di carbonio e biosiido di zolfo il che fa pensare ad un probabile attività vulcanica. Con un analisi spettromagnetica inoltre sono state rivelate macromolecole ed è stato constato inoltre che Europa è sottoposto a numerosi bombardamenti magnetici i quali potrebbero favorire lo sviluppo di molecole organiche.



Astrofisica

L' astrofisica è una disciplina che si interessa delle grandezze fisiche di Stelle, Galassie, Mezzo Interstellare, Mezzo Interspaziale ed eventuali forme di materia nell ' Universo. Inoltre l' astrofisica si occupa di condurre esperimenti nello spazio , ad esempio in bassa orbita Terrestre, i quali non potrebbero essere esguiti in laboratorio o comunque risulta difficoltoso realizzarli. Studia anche la formazione e l' evoluzione dell 'Universo (Cosmologia).

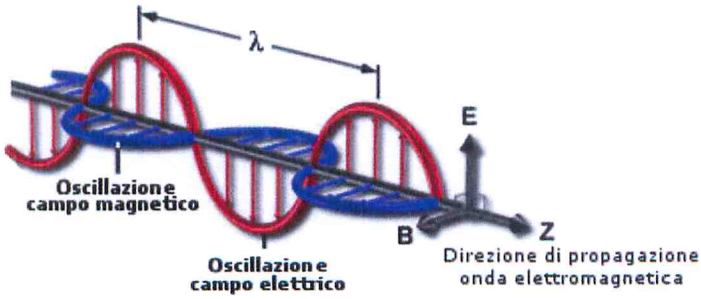
L'astrofisica come abbiamo visto lavora con molta influenza anche nell' astrobiologia, poiché si occupa di rilevare pianeti ,sia all' interno del Sistema Solare sia nello spazio Extrasolare, i quali presentano caratteristiche, per lo più a livello di atmosfera, simili alla Terra.

Spettro Elettromagnetico

Il famoso esperimento di Newton con il quale scoprì che la luce proiettata attraverso un prisma si divideva in una gamma di colori, che lui chiamò spectrum. Però quella gamma di colori non era l'unico modo in cui si divideva la luce, bensì Maxwell nel XIX secolo scoprì che una carica oscillante produceva un campo elettrico e magnetico perpendicolari tra loro che si propagano sottoforma di onde, da cui deriva il nome "onda elettromagnetica". Queste onde elettromagnetiche hanno delle proprietà:

- Una lunghezza d' onda **λ :** rappresenta la distanza tra due punti corrispondenti di due onde successive
- L' ampiezza d' onda **A** : è la distanza del massimo della cresta dal punto di propagazione dell'asse
- La frequenza *v* : è il numero di oscillazioni dell' onda in un secondo
- La velocità di propagazione c : corrisponde alla velocità della luce

Lunghezza d'onda, frequenza e velocità sono legati dalla relazione: $c = \lambda v$

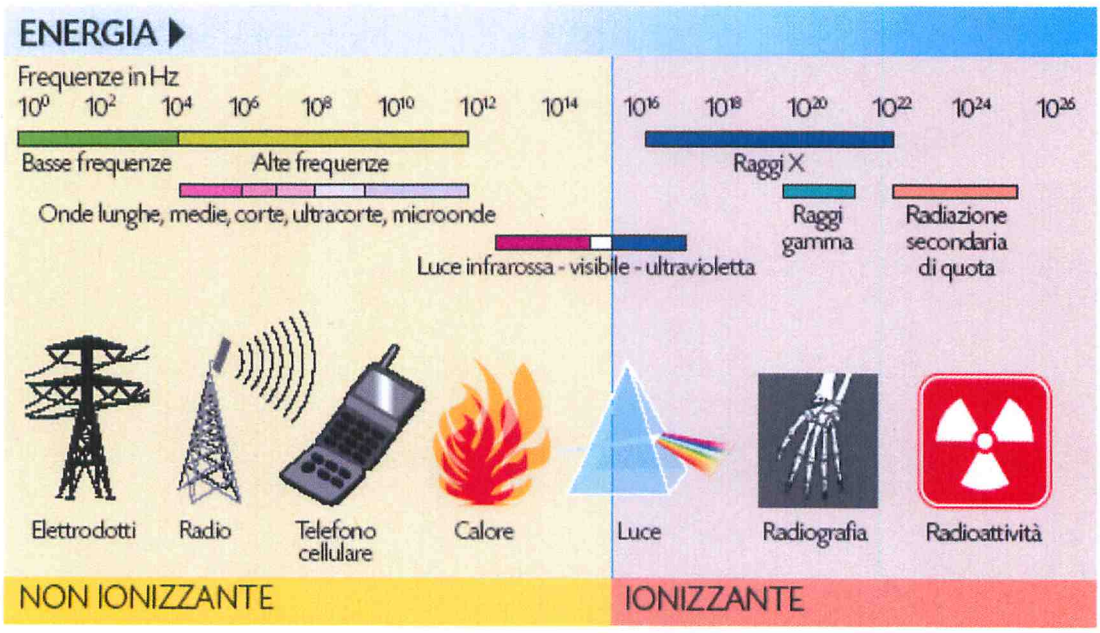


Le onde elettromagnetiche quindi avendo una propria frequenza e una propria lunghezza d' onda variabili vanno a costituire quello che venne chiamato spettro elettromagnetico che continiene una vasta gamma di onde diverse, con lunghezze d' onda che variano da qualche Km fino alla grandezza

di un atomo e frequenze che rispettivamente vanno da qualche Khz a Hz con ordine di grandezza di 1022.

Lo spettro elettromagnetico è quindi composto in ordine crescente di frequenza da:

- Onde Radio : generate da apparecchi come la televisione o la radio
- Microonde : generate da radar e satelliti
- Infrarosso : Prodotte da molecole e corpi caldi
- Luce Visibile : Gamma di onde a cui il nostro occhio è sensibile
- Ultravioletto : Prodotte da atomi e molecole sottoposti a scariche elettriche
- Raggi X : Prodotti dagli eletrroni più interni all 'atomo
- Raggi Gama : Prodotti da sostanze radioattive



Come possiamo già intuire atomi e molecole hanno un loro spettro di emissione che viene prodotto anche sulla lunghezza d' onda della luce visibile; questo è molto importante in astrofisicia poiché ci permette di studiare tramite analisi spettrale, la composizione chimica di atmsofere di pianeti, stelle o comete. Un esempio noto infatti è quello del matematico svizzero Balmer il quale formulò una forumula empirica per individuare le lunghezze d' onda dell' idrogeno, dato che aveva notato una certa regolarità nello spettro dell' elemento, da cui prende nome la serie di Balmer.

Kirchoof infattì studiò come interagissero luce e materia e noto chè si possono presentare tre tipi di spettri: Spettro continuo, Spettro di emissione a righe, spettro di assorbimento a righe, da cui poi formulò le tre leggi della spettroscopia:

1) Un corpo solido o gas denso portati all' incandescenza emettono radiazioni a tutte le lunghezze d' onda dando uno spettro continuo come nel caso del corpo nero

2) Un gas rarefatto incandescente da uno spettro di emissione continuo emettendo radiazioni a determinate lunghezze d'onda ticpiche degli elementi o dei composti presenti nel gas

3) Un gas rarefatto di fronte ad una sorgente di radiazione continua a temperatura maggiore dà uno spettro di assorbimento a righe alla stassa lunghezza d'onda presenti nello spettro di emissione

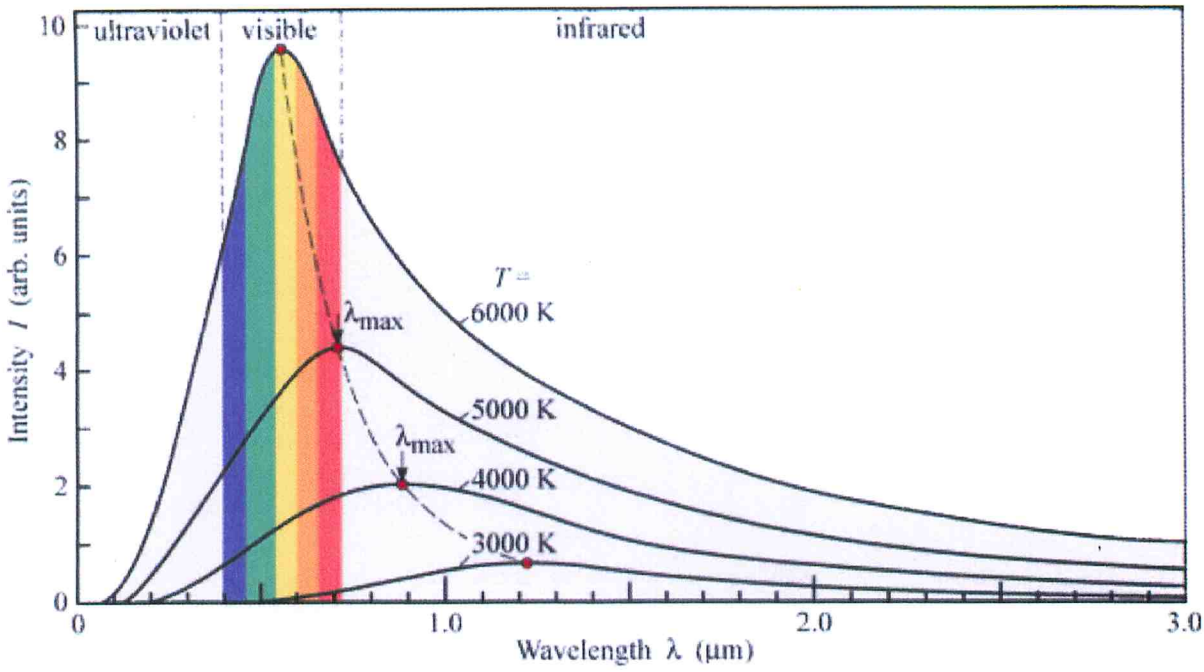
Il corpo nero è un copro in perfetto equilibrio termico in cui l'energia irradiata (energia emessa) è uguale all' energia che lo irradia (energia assorbita). Il suo spettro appare perfettamente nero. Esso però viene irradiato comunque, ma c'è assenza di riflessione. Il suo spettro inoltre dipende unicamente dalla sua temeratura. La luce emessa dal corpo nero e la sua densità di energia irradiata sono rispettivamente la radiazione del corpo nero e il suo spettro. La comparazione tra un oggetto, ad esempio un corpo stellare, e un corpo nero ideale ci dà la composizione chimica dell' oggetto.

Il termine corpo nero fu introdotto da Kirchoof nel 1862. L'intensità di radiazione di un corpo nero alla temperatura T è data dalla legge di Radiazione di Plack:

$$I(\nu)d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2}\frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}d\nu$$

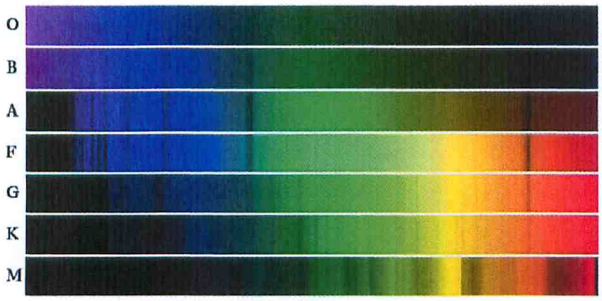
Dove I(ν) è la quantità di energia per unità di superficie di tempo e per unità di angolo solido, emesse nelle frequenze comprese tra ν e $\nu+\delta\nu$, dove h è la costante di Planck , c è la velocità della luce e k è la costante di Boltzmann.

Un corpo nero ideale è un corpo cavo con un foro piccolo rispetto alla superficie interna, in astrofisica il corpo nero ideale utilizzato è la radiazione cosmica di fondo a 2.7 K.



Metodi di rilevamento

L' astrofisica nell' ambito dell' astrobiologia, in particolare, studia e ricerca pianeti su cui possa esistere qualche forma di vita; ma quali sono i criteri affinchè un pianeta possa definirsi abitabile? La risposta non potrebbe risultare molto semplice , ma ci sono dei piccoli elementi (o indizi) che possano farci interessare o meno di un certo pianeta. Poiché un pianeta possa essere d' interesse, innanzitutto deve possedere due caratteristiche: che abbia una fonte di energia, ad esempio una Stella, che la Stella nel sistema in cui orbita abbia sia in una classe spettrale simile a quella del Sole. Come possiamo vedere dalla seguente tabella la classificazione spettrale delle Stelle è la seguente:



Class	Temperature	Apparent color	Hydrogen lines	Other noted spectral features
O	≥ 30,000 K	blue	Weak	ionized helium lines
B	10,000–30,000 K	blue white	Medium	neutral helium
A	7,500–10,000 K	white to blue white	Strong	ionized calcium (weak)
F	6,000–7,500 K	white	Medium	ionized calcium (weak)
G	5,200–6,000 K	yellowish white	Weak	ionized calcium (medium)
K	3,700–5,200 K	yellow orange	Very weak	ionized calcium (strong)
M	≤ 3,700 K	orange red	Very weak	Titanium oxide lines

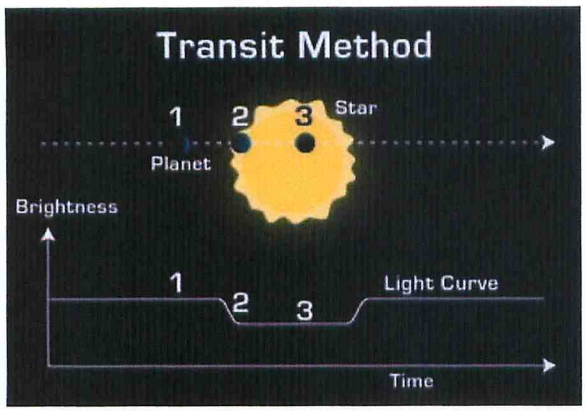
Per ricordare tutte le classi è stata coniata una frase in Inglese che aiuti la memoria : "Oh Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me".

La classe spettrale del Sole è la classe G; infatti una stella troppo fredda, rischia di non dare il giusto apporto di energia, mentre quelle molto calde solitamente hanno una durata molto breve.

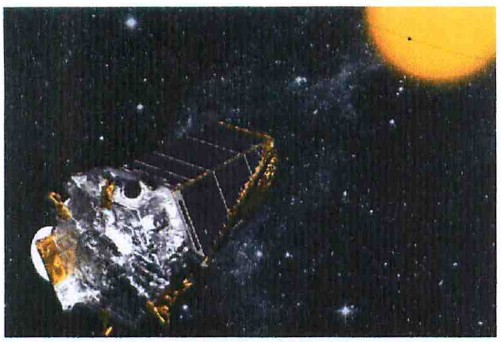
Successivamente all ' individuazione di un pianeta d 'interesse si vede se esso è compreso nella zona abitabile ovvero: abbia una localizzazione pressocchè stabile, le Stelle tendono ad aumentare la prorpia luminosità che tende a farspostare i pianeti, se quest'ultimo uscisse troppo rapidamente dalla zona abitabile avrebbe pochissime posibilità di far proliferare vita su di esso; nelle sue vicinanze non deve esserci nessuna gigante gassosa la quale ostacolerebbe la fonte di luce; deve sottostare a piccole variazioni di luminosità poiché, in caso contrario ci sarebbe una forte emissione di raggi X e gamma i quali renderebbero il pianeta inabitabile; la sua massa deve essere almeno simile a quella del nostro pianeta, una massa troppo bassa infatti comporterebbe una bassa forza di gravità e le molecole che costituiscono la vita potrebbero raggiungere molto facilmente la velocità di fuga; infine la sua velocità di rotazione deve essere piuttosto stabile e il più possibile simile a quella della Terra, infatti una elevata eccentricità orbitale comporta grandi variazioni di temperatura sul pianeta e quindi potrebbe divenire inospitale.

La domanda che potrà sorgere spontanea a questo punto è: ma come si rilevano questi pianeti? L'astrofisica ha adottato vari metodi nel corso degli anni, qui di seguito però ne andremo ad analizzare soltanto due che sono quelli più utilizzati poiché danno risultati maggiormente attendibili. Il primo metodo è quello delle velocità radiali che sfrutta l' effetto Doppler della luce, due corpi di un sistema , ad esempio, ruotano attorno ad un centro di massa esercitando una forza di gravità su di esso il quale esegue delle piccole oscillazione, con dei rilevatori si può notare che quando il centro di massa si allontana dalla Terra lo spettro va verso il rosso, quando esso si avvicina invece lo spettro tende al blu;questo ci permette tramite la terza legge di Keplero (il cubo della distanza media tra due pianeti è uguale al quadrato del periodo orbitale) di stimare la massa, il periodo orbitale e la sua frequenza.

Un altro metodo è quello del transito che rileva la diminuzione della curva della luce di una Stella quando un pianeta transita dinanzi ad esso. Questo metodo non può essere applicati a tutti i pianeti, ma bensì solo a quelli la cui orbita è perfettamente, o quasi, allineata con quella del nostro pianeta.



Uno strumento che sfrutta il metodo del transito è il telescopio Kepler, una missione della Nasa lanciato il 7 marzo 2009il quale dallo spazio esamina una zona della via Latte a dove monitora costantemente circa 145 000 Stelle e studiandone le variazioni di luce inviando poi i dati sulla Terra dove vengono analizzati. Nell ' aprile del 2103 Kepler ha individuato circa 2740 pianeti candidati ad essere sottoposti a studi approfonditi sui quali protrebbe esserci presenza di vita o che comunque sono molto simili alla Terra.



Bibliografia

- Focus Extra
- Materiale raccolto durante lo stage di Astrobiologia presso l' Università di roma Tor Vergata a cura di Daniela Billi e Amedeo Balbi

Sitografia

- www.wikipedia.it
- http://www.asi.it/it/educational/liss-a-lezione-sulla-iss
- www.esa.int
- www.nasa.gov
- www.scienzaatscuola.it
- www.castfvg.it