

# INDICE

## ASTRONOMIA

### Introduzione

- 1) Cosa studia l'astronomia?
- 2) Come si fa l'osservazione astronomica in pratica?
- 3) Come si cercano i pianeti?
- 4) Qual è il telescopio più grande del mondo?
- 5) E' possibile fotografare gli oggetti astronomici?
- 6) Quanti tipi di telescopi esistono e come sono fatti?
- 7) Che cos'è la "Montatura"?
- 8) Come posso iniziare l'osservazione astronomica?
- 9) Quale telescopio acquistare?
- 10) Cosa si vede con un telescopio amatoriale?
- 11) Per osservare le galassie quale strumento è necessario?

## L'UNIVERSO

- 12) Come è nato l'universo?
- 13) Come nascono le stelle?
- 14) E' vero che l'universo è in espansione?
- 15) Come è stato dimostrato che l'universo è in espansione?
- 16) Che cosa scoprì Hubble?
- 17) Che età ha l'universo?
- 18) Anche l'universo avrà una fine?
- 19) Che tipo di fine farà l'universo?
- 20) Quindi anche le stelle invecchiano e muoiono?
- 21) Come muore una stella?
- 22) Cosa sono le Supernove?
- 23) Cosa può succedere alla Terra se una stella vicina diventa supernova?
- 24) L'universo è un posto tranquillo?
- 25) Quanto sono distanti le stelle?
- 26) Le stelle più luminose sono quelle più vicine a noi?
- 27) Come si misurano le distanze astronomiche?
- 28) Cos'è un anno luce?
- 29) Cos'è una galassia?
- 30) Quante galassie ci sono nell'universo?

- 31) Le stelle che vediamo fanno parte della nostra galassia?
- 32) Quante stelle ci sono nella Via Lattea?
- 33) Tutte le stelle devono appartenere ad una galassia?
- 34) Le stelle diverse dal Sole possiedono dei pianeti?
- 35) Esiste la vita su altri pianeti nell'universo?
- 36) Esistono forme di vita extraterrestri intelligenti?
- 37) Si potrebbe comunicare con eventuali abitanti?
- 38) Si potrebbe andare sui pianeti extrasolari?
- 39) Che cos'è la Teoria della complessità dell'Universo?
- 40) Cos'è una stella binaria?
- 41) Qual' è la frazione di stelle che fanno parte di sistemi multipli?
- 42) Cosa sono gli ammassi stellari?
- 43) Cosa sono le nebulose?
- 44) Cos'è la nebulosa di Orione?
- 45) Cos'è un quasar?
- 46) Che cos'è una pulsar?
- 47) Cosa sono i Gamma Ray Burst (lampi Gamma)?
- 48) Cosa sono i buchi neri?
- 49) Di che cosa è fatta la "materia oscura"?
- 50) Che cosa sono le cefeidi?
- 51) Cosa sono le costellazioni?
- 52) Quali sono le costellazioni?

## IL SISTEMA SOLARE

- 53) Come è nato il sistema solare?
- 54) Quali sono le principali tappe dell'esplorazione del sistema solare?
- 55) Chi fu il primo uomo a viaggiare nello spazio?
- 56) Quali furono i primi uomini ad esplorare lo spazio?
- 57) Cos'è lo Space Shuttle?
- 58) Cos'è lo Skylab?
- 59) Cosa succede agli astronauti nello spazio?
- 60) Perché nello spazio gli astronauti sono privi di peso?
- 61) Cos'è la gravità?
- 62) Cos'è l'orbita?
- 63) Cos'è la gravitazione universale?
- 64) Come si è formata la Terra?
- 65) Qual è la storia della Terra?
- 66) Com'è nata la vita sulla Terra?
- 67) C'è vita in altri pianeti del sistema solare?
- 68) Come è fatto il Sole?
- 69) Come si osserva il Sole?
- 70) Perché il Sole risplende?
- 71) Cosa sono le macchie solari?

- 72) Cos'è un'eclissi?
- 73) Come si distinguono i pianeti dalle stelle?
- 74) Come è fatto Mercurio?
- 75) Come è fatto il pianeta Venere?
- 76) Come è stato esplorato Venere?
- 77) Come è fatta la Terra?
- 78) Come è fatta la Luna?
- 79) Come è stata esplorata la Luna?
- 80) Perché la Luna e alcuni pianeti hanno i crateri?
- 81) Cosa sono le fasi lunari?
- 82) Perché l'anno ha 365 giorni?
- 83) Perché la Luna piena appare più grande quando è vicino all'orizzonte?
- 84) Come è fatto Marte?
- 85) Come è stato esplorato Marte?
- 86) Come è fatto Giove?
- 87) Come è stato esplorato Giove?
- 88) Quali sono i satelliti di Giove?
- 89) Quali sono i pianeti con gli anelli?
- 90) Come è fatto Saturno?
- 91) Come è stato esplorato Saturno?
- 92) Quali sono i satelliti di Saturno?
- 93) Come è fatto Titano?
- 94) Come è fatto Urano?
- 95) Come è fatto Nettuno?
- 96) Come è fatto Plutone?
- 97) Cosa sono gli asteroidi?
- 98) Cosa sono le comete?
- 99) Cosa sono le stelle cadenti?
- 100) Cosa sono i meteoriti?

- 
- **Per un viaggio nel Cosmo e fino ai confini dell'Universo**
  - **Per visionare bellissime foto con il "Telescopio Virtuale"**
  - **Per vedere interessanti video didattici**
  - **Per tante altre informazioni in campo astronomico**
  - **Per metterti alla prova con i Quiz di Astronomia**

**visita il sito del Gruppo Astronomico Castelfiorentino:**

**[www.astrocast.it](http://www.astrocast.it)**

---

# ASTRONOMIA

## Introduzione

L'astronomia è una delle scienze più antiche del mondo. Gli astri hanno sempre esercitato un enorme fascino e una grande attrattiva presso tutte le popolazioni del passato.

Agli albori dell'umanità gli astri venivano identificati con il divino e venivano attribuiti loro significati religiosi. Gli eventi celesti venivano caricati di significati simbolici, erano considerati dei presagi divini, servivano per predire il futuro e per comprendere il volere degli dei.

Per questi motivi lo studio dell'astronomia si sviluppò in modo molto preciso, considerando lo stato della conoscenza e gli strumenti dell'antichità. Sia presso i Cinesi che presso le prime civiltà della storia, Sumeri, Babilonesi, Egizi, la conoscenza degli astri e la previsione dei moti celesti, delle eclissi e di altri fenomeni erano molto avanzate.

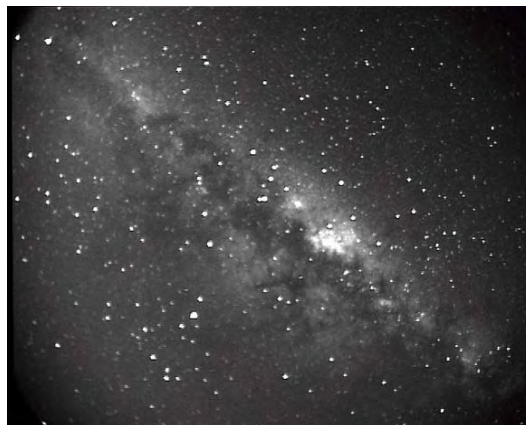
Vi sono poi anche delle ragioni pratiche. Una mappa del cielo e della costellazioni è infatti molto utile sia per orientarsi che per calcolare le stagioni e un calendario.

Alziamo gli occhi al cielo; in una serata limpida e priva del bagliore della città, ci accorgeremo della grande immensità e della ricchezza d'oggetti celesti che popolano l'Universo.

Se ci rechiamo in alta montagna o in aperta campagna si potrà fare un'osservazione del cielo nella sua completezza e profondità, senza interferenze luminose, e ci si può rendere conto di ciò che perdiamo nei cieli cittadini.

Se la serata è senza Luna, che rappresenta un disturbo luminoso non indifferente anche per gli astronomi, si potrà osservare subito una fascia lattiginosa indistinta che attraversa tutto il cielo, costellata di stelle di varia luminosità, alcune delle quali più brillanti e dalla luce più stabile: i pianeti.

La fascia luminosa, che vediamo, è la Via Lattea, la galassia in cui noi siamo collocati, una dei tanti miliardi che popolano l'Universo.



La Via Lattea

## 1) Cosa studia l'astronomia?

L'astronomia è la scienza che studia gli astri e i fenomeni celesti. E' una delle scienze più antiche, coltivata già in Cina e Mesopotamia sin dal II millennio a.C. con lo scopo di osservare le stelle e di prevedere i fenomeni celesti, quasi sempre legati a significati astrologici.

Fino al secolo scorso l'astronomia si riduceva alle conoscenze del sistema solare e delle stelle della nostra galassia. Oggi l'universo si è rivelato infinitamente più grande e complesso. Dopo le prime esplorazioni spaziali, inoltre, le conoscenze dei pianeti del nostro sistema si sono rapidamente ampliate e arricchite di nuove importanti scoperte. La scienza astronomica si è perciò molto specializzata.

L'astrometria, per esempio, si occupa di determinare le posizioni degli astri e le loro variazioni.

La radioastronomia si avvale di radiotelescopi che rivelano le radioonde emesse dai corpi stessi e di radar che dirigono verso gli astri fasci di radioonde per rivelarne gli echi.

L'astrofisica - il ramo più recente ma oggi più importante - studia le caratteristiche fisiche e chimiche dei corpi celesti. Questa scienza non può prescindere dalle conoscenze della fisica subatomica e della meccanica quantistica; parte proprio dal presupposto che nelle prime fasi di vita, subito dopo il big-bang, lo studio delle particelle elementari è fondamentale per comprendere la formazione dell'universo e dei pianeti. Le recenti teorie sull'universo, infatti, cercano di spiegare attraverso le stesse leggi i comportamenti delle particelle infinitamente piccole e quelli di enormi sistemi come le galassie.

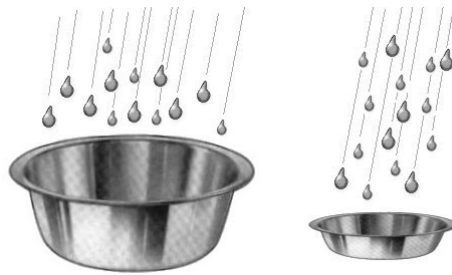
L'enorme distanza delle stelle, anche di quelle più vicine, pone dei limiti a quello che possiamo vedere. Anche se sono molto luminose, infatti, si trovano a distanze così grandi che la loro luce ci arriva molto affievolita. Per questo ne vediamo così poche in cielo, soprattutto nelle città, dove la loro debole luce viene quasi cancellata da quelle artificiali. In realtà ce ne sono molte di più, ma il nostro occhio può rivelare la loro luce solo se è più intensa di un certo limite.

Già nell'antichità l'uomo si era accorto che certe stelle sembrano splendere più di altre. Alcuni astronomi del passato hanno anche provato a catalogare le stelle che si vedono ad occhio nudo a seconda della loro maggiore o minore brillantezza. Non è un caso che certe stelle molto brillanti o costellazioni appariscenti, conosciute da tutti, fossero usate come punto di riferimento per le attività umane.

Per esempio la costellazione del Grande Carro si può usare per individuare la stella polare, e quindi la direzione del Nord. Presso gli antichi Egizi la stella brillante Sirio era ben nota: il suo sorgere veniva usato per determinare il periodo delle piene del fiume Nilo, che per quel popolo era molto importante.

Già, ma come si fa a capire quanto brillante è veramente una stella? Quante stelle non riusciamo a vedere a causa dei limiti del nostro occhio? Come si fa a superare questi limiti? La risposta è che si deve ricorrere all'aiuto di uno strumento chiamato "telescopio".

Un po' come una bacinella per raccogliere l'acqua piovana, il nostro occhio e lo specchio di un telescopio raccolgono la luce delle stelle. La pupilla del nostro occhio, però, è molto più piccola del diametro di un telescopio, quindi la luce che possiamo vedere con gli occhi è molta meno di quella che un telescopio può raccogliere. Osservare le stelle con i soli occhi è un po' come cercare di raccogliere la pioggia con una bacinella molto più piccola ...



Più debole è la stella, più grande è il telescopio necessario per vederla. Infatti una stella debole è, nel nostro esempio, come una pioggia debole. Per raccogliere la luce di stelle deboli occorrono quindi telescopi molto grandi.

E' per questo che gli astronomi cercano di costruire telescopi sempre più grandi. Un po' come una bacinella più grande raccoglie più pioggia, un telescopio più grande raccoglie più luce.

Si è pensato perfino di costruirne uno da 100 metri di diametro! Siccome è difficilissimo e molto costoso costruire specchi grandi, dovrebbe essere composto da tanti specchi più piccoli.

Anche la collocazione del telescopio è molto importante per superare i problemi causati dall'atmosfera terrestre. Il telescopio spaziale Hubble ci ha regalato le più belle immagini mai ottenute finora degli oggetti dell'Universo nonostante il suo specchio misuri "solo" 2,4 metri, rispetto ai 10 metri dei più grandi telescopi terrestri.



Il telescopio spaziale "HUBBLE"



Osservatorio astronomico a terra

## 2) Come si fa l'osservazione astronomica in pratica?

La visione notturna è ben differente da quella diurna. Essa richiede un adattamento che si consegue con un lento processo chimico che procura ai nostri occhi una sensibilità massima in circa 20 minuti. Quindi, considerate un po' di tempo per l'adattamento all'oscurità e soprattutto non utilizzate una lampada troppo brillante, perché la porpora retinica sviluppata dall'occhio viene immediatamente distrutta, con la conseguenza che si richiede una nuova attesa. Una buona soluzione consiste nell'attenuare la luce di una lampada portatile con un pezzo di carta di colore rosso, o di rivestire il vetro di più strati di smalto per unghie. In inverno, copritevi bene utilizzando un abbigliamento da montagna, perché sarebbe un peccato rinunciare ad esplorare il cielo semplicemente a causa del freddo.

Vengono qui illustrati i fattori da considerare e le metodologie più corrette da seguire nel momento in cui si volesse praticare direttamente l'osservazione astronomica notturna.

Molti sono gli ostacoli o le variabili che concorrono a diminuirne la resa; la loro conoscenza è necessaria per evitare le frequenti delusioni in questo campo.

Sono fattori e regole che gli astronomi professionisti naturalmente hanno ben presente e che hanno già affrontato, ad esempio nel momento della scelta del luogo dove installare un nuovo osservatorio astronomico. Anche i dilettanti devono avere la stessa mentalità.

I fattori e gli ostacoli con cui abbiamo a che fare sono sia di natura tecnica sia di natura ambientale, e sono riconducibili essenzialmente ai seguenti punti:

### 1. Le condizioni meteorologiche

È intuitiva la necessità di tenere conto delle condizioni del tempo; in astronomia prima di tutto bisogna fare i conti con le condizioni di copertura del cielo.

Teoricamente in astronomia abbiamo bisogno di condizioni meteorologiche assolutamente perfette, quindi nel limite del possibile in cielo non solo non deve esserci la minima nube, ma anche deve essere assolutamente terso e limpido. L'astronomia è un'attività molto esigente. Le condizioni migliori si riconoscono quando il cielo del tardo pomeriggio presenta una colorazione di un intenso blu scuro. Di norma queste condizioni si hanno dopo un forte acquazzone o dopo il passaggio di una perturbazione che ha la capacità di pulire bene l'atmosfera.

### 2. La scelta del sito osservativo

Gli osservatori astronomici soprattutto professionali sono costruiti in luoghi isolati ed elevati, ed i dilettanti cercano di emulare tale situazione.

Come regola generale diciamo che i cieli divengono accettabili se ci spingiamo oltre i 600 mt.

### 3. L'inquinamento luminoso

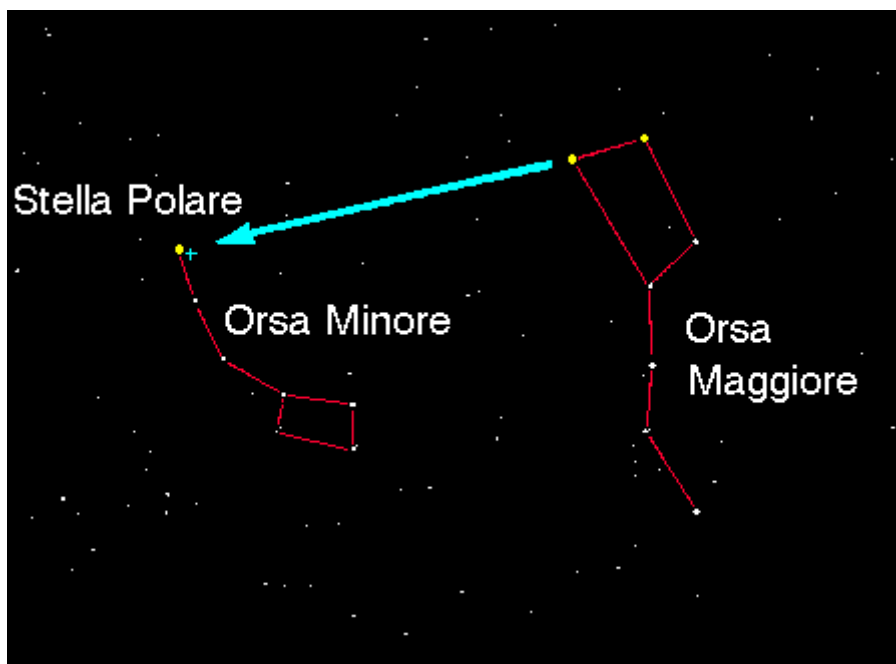
L'inquinamento luminoso offusca pesantemente e soffoca la luce proveniente dalle stelle e da tutti gli altri oggetti cosmici al punto che molti abitanti di una grossa città possono non avere idea di che cosa sia la Via Lattea.

Anche la Luna, a meno che non sia essa stessa oggetto di studio o di osservazione, costituisce motivo di disturbo. La sua presenza in cielo è fonte di intensa luminosità, può in un certo senso essere considerata come "luce parassita" e disturba le osservazioni soprattutto di oggetti deboli del cosmo (nebulose, galassie, ammassi).

### 4. L'orientamento e il riconoscimento delle costellazioni

L'inizio di una sessione osservativa coincide con l'individuazione dei quattro punti cardinali principali. È essenziale avere l'idea di dove essi sono ubicati lungo l'orizzonte del luogo, in questo modo è possibile "inquadrare" in generale la disposizione delle stelle e degli oggetti sulla volta celeste, individuando i settori di cielo in cui gli astri sorgono, tramontano, o culminano e come la loro posizione cambierà durante la notte.

Individuato il Nord tramite il riconoscimento della Stella Polare tutti punti cardinali possono essere automaticamente ubicati lungo l'orizzonte.



Il nord celeste ovvero la Stella Polare (che comunque non coincide esattamente con il polo Nord celeste) si individua con il metodo illustrato in figura: ci si serve della costellazione dell'Orsa Maggiore detta anche Grande Carro, e si prolunga di circa 5 volte la distanza tra le due stelle luminose all'estremità del "carro", fino ad incontrare una stella abbastanza luminosa ed un po' isolata. È proprio la Stella Polare.

Questa tecnica appena usata per individuare la Stella Polare è detta degli Allineamenti.



Tramite tale tecnica basta una carta stellare e conoscere l'ubicazione di almeno una costellazione (di solito una delle due Orse) per poter individuare nel cielo una qualsiasi altra costellazione. Gli allineamenti non sono altro che delle linee di riferimento per andare da una costellazione ad un'altra. Dopo aver tracciato degli allineamenti sulla carta stellare alzate gli occhi al cielo e provate ad immaginare le stesse linee tra le stelle.

### **3) Come si cercano i pianeti?**

Certo sapete tutti che nel nostro sistema solare ci sono nove pianeti. La Terra è uno di questi e gli altri otto sono Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone. Quest'ultimo è stato recentemente declassato a pianeta nano. I Pianeti ruotano tutti intorno al Sole come fa la Terra, ma per compiere tutto il giro attorno all'astro impiegano tempi diversi. Questo perché più è grande la distanza dal Sole più è lungo il percorso orbitale.

Distinguere i pianeti in cielo non è proprio semplice ma non è neppure difficile; vi sarà sufficiente tenere presenti le poche informazioni elencate di seguito:

1. I pianeti, come la Terra, non brillano di luce propria ma vengono illuminati da quella del Sole e quelli più vicini a noi sono molto luminosi.
2. Una stella emana una luce tremolante, mentre un pianeta normalmente rimanda una luce fissa, se non ci sono forti turbolenze atmosferiche.
3. Un osservatore paziente potrà con certezza distinguere un pianeta dalle stelle, osservandone la posizione a distanza di ore o di giorni. Infatti, mentre le stelle mantengono SEMPRE tra di loro la medesima distanza, i pianeti invece, giorno per giorno, cambiano posizione e distanza proprio rispetto alle stelle, così dette, appunto "stelle fisse" e ogni mese sono in costellazioni differenti.
4. Ad occhio nudo si possono osservare solo cinque pianeti: Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno. Gli altri tre sono troppo piccoli o troppo lontani.
5. Il Sole percorre in cielo sempre la stessa strada, passando attraverso le costellazioni dello Zodiaco; la stessa strada viene percorsa anche dai pianeti. E' questa la zona dove cercarli.

Alcune note sui singoli pianeti:

#### Mercurio

Visibile ad occhio nudo tutto l'anno, all'alba o al tramonto, mai a notte fonda. Osservato al binocolo vi apparirà di colore bianco.

#### Venere

Visibile ad occhio nudo dieci mesi all'anno: all'alba o al tramonto o anche per qualche ora prima o dopo. Anche Venere è di colore bianco.

#### Marte

Visibile ad occhio nudo per circa nove mesi all'anno: all'alba o al tramonto o anche durante la notte. Ha la luminosità di una stella di prima grandezza ed è di colore rosso.

### Giove

Visibile ad occhio nudo per circa undici mesi all'anno: all'alba o al tramonto o durante la notte. Con il binocolo potrete scorgere sia il suo colore giallastro che quattro dei suoi satelliti.

### Saturno

Visibile ad occhio nudo per circa undici mesi all'anno: all'alba o al tramonto o durante la notte. E' il pianeta con gli anelli, che però si riescono a vedere solo con un telescopio.

## **4) Qual è il telescopio più grande del mondo?**

E' ai nastri di partenza la costruzione dell' European Extremely Large Telescope: un mostro di tecnologia con un diametro di 42 metri. Il progetto europeo vedrà la luce in Cile dai 3mila metri del Cerro Armazones entro il 2024.



Il più grande telescopio al mondo mai costruito sorgerà in uno dei luoghi più impervi del pianeta, il deserto di Atacama, in Cile. Quel luogo così remoto è stato scelto perché è tra i pochissimi al mondo ad avere cieli che permetteranno all'uomo di spingere il suo occhio verso i più lontani confini del tempo e dello spazio. La scelta dell'area è arrivata dopo un lungo consulto tra le nazioni che partecipano al progetto di costruzione. Il telescopio in questione è l'E-ELT, sigla che sta per European Extremely Large Telescope, il quale avrà un diametro di 42 metri. Oggi i più grandi telescopi non superano i 10 m. Questo mostro di tecnologia verrà posto in cima alla montagna chiamata Cerro Armazones, alta 3.060 m, la quale dista circa 130 km dalla città di Antofagasta e circa 20 km dal Cerro Paranal dove l'Europa ha già costruito un altro grande telescopio, il Very Large Telescope.

L'E-ELT avrà la possibilità di osservare il cielo nel visibile, ossia cogliendo la luce che anche l'occhio umano è in grado di osservare, e nell'infrarosso, una radiazione che permette di osservare oltre le nubi di polveri che impediscono alla luce visibile di andare oltre. Spiega Tim de Zeeuw, direttore generale dell'Eso (European Southern Observatory), l'organizzazione intergovernativa europea, composta da 14 Stati, che

gestisce i grandi telescopi del Sud America: "Da E-ELT ci aspettiamo un grande balzo in avanti delle nostre conoscenze astronomiche. Esso infatti, potrebbe rivoluzionare il nostro modo di concepire l'Universo". I lavori inizieranno entro la fine del 2010 e ci si aspetta che il primo oggetto dell'Universo venga osservato entro il 2018. Il deserto di Atacama è stato scelto oltre che per i cieli ancora tersi (ha un altissimo numero di notti limpide all'anno (circa 320), ha una quantità di vapore acqueo che è ridotta ai minimi termini e un'atmosfera tra le più stabili che altrove) anche per i costi di costruzione e per la possibilità di interagire con altre strutture di ricerca simili ad esso poste lì vicino.

Il telescopio sarà costruito avvicinando l'uno all'altro quasi 1.000 specchi di un metro e 45 cm di diametro i quali usano sistemi di "ottica adattiva" che serve per eliminare i disturbi prodotti dalla turbolenza atmosferica. L'ottica adattiva è una metodologia elettronica che riporta l'onda luminosa che arriva dallo spazio alle sue caratteristiche iniziali dopo che è stata alterata durante il passaggio nell'atmosfera. In tal modo è come se il telescopio guardasse direttamente dallo spazio.

Con queste caratteristiche il telescopio europeo potrà osservare, oltre a tutto il resto, anche i pianeti extrasolari e forse determinare la composizione della loro atmosfera. Un obiettivo impossibile da ottenere con gli attuali telescopi terrestri.

Dunque se non fosse che un simile telescopio può osservare solo una piccola porzione di cielo, le sue capacità farebbero dimenticare ben presto l'Hubble Space Telescope.

## **5) E' possibile fotografare gli oggetti celesti?**

Dopo aver osservato gli oggetti celesti con un telescopio, prima o poi emerge il desiderio di registrarne le immagini tramite la fotografia, che presenta i suoi innegabili vantaggi.

Neppure con grossi e costosi telescopi è infatti possibile vedere le nebulose dai tenui colori rosa o azzurro o le sfumature dei bracci a spirale delle galassie. Il difetto sta nell'occhio umano che non riesce a distinguere i colori di un oggetto osservato con poca luce, come avviene nella visione telescopica.

Nella fotografia invece si ha il vantaggio di avere l'emulsione fotografica o il sensore che riesce ad accumulare gli effetti luminosi, al contrario del nostro occhio che è un ricettore istantaneo, e quindi, anche gli oggetti poco luminosi, dopo lungo tempo d'esposizione, riescono ad impressionare la pellicola.

Esposizioni lunghissime, un'attrezzatura adatta allo scopo e molta, molta pazienza sono gli ingredienti di base per l'astrofotografia: tutto il resto lo mette a disposizione il cielo.

A seconda di ciò che si vuole fare, la fotografia del cielo può rivelarsi assai semplice o complessa; l'importante, a qualsiasi livello la si affronti, è lavorare bene, con ordine e metodicità. I risultati non mancheranno e ogni nuovo traguardo fungerà da trampolino per nuove mete. Un certo numero di appassionati si è così totalmente dedicato alla

fotografia astronomica, da ottenere risultati non dissimili da quelli raggiunti dai professionisti!

## 6) Quanti tipi di telescopi esistono e come sono fatti?

Il Telescopio è uno strumento che raccoglie la luce proveniente da un oggetto lontano, la concentra in un punto (detto fuoco) e ne produce un'immagine ingrandita.

Sebbene col termine "telescopio" si indichi solitamente il telescopio ottico, operante nelle frequenze della luce visibile, esistono telescopi sensibili anche alle altre frequenze dello spettro elettromagnetico come i Radiotelescopi, Telescopi a Raggi Gamma e Raggi X.

I telescopi ottici si dividono in tre categorie:

1. Rifrattori - ossia strumenti il cui obiettivo è costituito da lenti. Sono molto adatti per le osservazioni di Luna, pianeti e stelle doppie e per la fotografia a grande/medio campo. Sono adatti alle osservazioni del cielo profondo solo se di diametro sufficiente (almeno 12 cm). In commercio si trovano modelli dai 5 ai 15 cm di diametro. I diametri più piccoli sono compatti e leggeri, mentre più aumenta il diametro più sono ingombranti e costosi.

Un inconveniente ben noto dei rifrattori è l'aberrazione cromatica residua che orla le immagini di una frangia azzurra violacea. Ma quello più grave per i dilettanti è il costo, che rende questo tipo di telescopio da 2 a 8 volte più costoso del riflettore a parità di diametro dell'obiettivo. Questo svantaggio è particolarmente sentito dagli amatori, ma anche per i professionisti non è un fattore trascurabile, soprattutto a causa delle dimensioni che deve presentare la cupola per ospitarlo. I rifrattori, infatti, sempre a parità di diametro, comportano una lunghezza del tubo molto maggiore di quelli dei riflettori. Ad esempio, per un 20 cm il tubo di un rifrattore è lungo sui 3 metri; quello di un riflettore circa 1,2 metri. Una bella differenza!

Se ancora oggi i rifrattori vengono costruiti deve evidentemente esserci qualche aspetto positivo che bilancia, perlomeno in parte, gli svantaggi citati. Il più significativo dei vantaggi è la maggior nitidezza ed il maggior contrasto che caratterizza le sue immagini. Questa maggiore incisione è dovuta al fatto che nessuna ostruzione disturba o interferisce nel passaggio dei raggi luminosi, come avviene nei riflettori con i vari supporti e specchi secondari.

Spesso, cosa non molto nota, le immagini di un rifrattore sono migliori perché le superfici delle sue lenti ammettono un errore di lavorazione quattro volte maggiore rispetto a quello tollerato dagli specchi. Cioè, un obiettivo a lenti è praticamente "perfetto" già se i massimi errori che presenta sono nell'ordine di  $1/2$  di lunghezza d'onda della luce visibile. Perché si possa dire altrettanto di uno specchio, questa precisione dev'essere spinta a  $1/8$  di lunghezza d'onda e tra gli strumenti commerciali accade spesso di trovare ottiche la cui perfezione non si spinge oltre  $1/4$  o  $1/5$  di

lunghezza d'onda. Come dire che è molto più facile trovare rifrattori "perfetti" che non riflettori.

Si è detto sopra che uno svantaggio del telescopio rifrattore consiste nell'aberrazione cromatica residua, ma questo effetto non è nocivo se la lunghezza focale non è inferiore al valore del diametro dell'obbiettivo elevato al quadrato.

Ad esempio, per un 10 cm la focale minima dev'essere di 1 metro, per un 15cm di 2,25 metri e così via. Questa "regola" vale per gli obbiettivi comuni a due lenti, cioè per quelli definiti acromatici. Ma da un po' di anni a questa parte vengono commercializzati obbiettivi a tre lenti o alla fluorite, definiti apocromatici. Con questi il rapporto focale può essere notevolmente ridotto, grazie alla notevole correzione dell'aberrazione cromatica residua.

A parità di diametro i rifrattori apocromatici sono gli strumenti migliori, se con questa definizione intendiamo quelli che offrono le immagini più nitide, più incise, più contrastate. Visti attraverso uno di questi strumenti i particolari lunari sembrano "scolpiti". Sfortunatamente anche qui c'è il rovescio della medaglia; esso è rappresentato dal prezzo, circa doppio di quello - già alto - di un comune rifrattore acromatico.

Benché sotto il profilo prestazioni/costi il rifrattore esca svantaggiato dal confronto con il riflettore, esso rappresenta pur sempre un'ottima scelta per tutti coloro che prediligono l'osservazione visuale delle stelle doppie, della Luna, del Sole e dei pianeti.

Un rifrattore di 10 cm, anche semplicemente acromatico, rappresenta un ottimo strumento per ogni dilettante; le vedute che è in grado di offrire non sfigurano - per gli astri riportati sopra - rispetto a quelle date da riflettori anche molto più grossi, come 20 o 25 cm. Il rifrattore, inoltre, è molto meglio schermato dalle luci parassite; raramente va fuori allineamento ed è eccellente anche per osservazioni terrestri con la semplice aggiunta di un prisma raddrizzante.

La sua proverbiale robustezza ha fatto affermare più volte che, come un diamante, è "per sempre", intendendo che può tranquillamente durare quanto e più di una vita.



Un classico telescopio rifrattore amatoriale

Riassumendo, i rifrattori sono caratterizzati da:

- \* elevata nitidezza e contrasto delle immagini
- \* assenza di ostruzione
- \* semplicità meccanica e affidabilità
- \* tubo ottico chiuso (ridotta turbolenza interna e buona protezione dalla sporcizia)
- \* costo elevato a parità di apertura rispetto ad altri schemi
- \* ingombro elevato.

Sono quindi indicati per:

- \* osservazione e fotografia della Luna, dei pianeti e delle stelle multiple
- \* fotografia del cielo profondo (deep-sky) solo con aperture di almeno 12 cm
- \* osservazione terrestre

Sono invece sconsigliati per:

- \* osservazione di oggetti piccoli e deboli del cielo profondo (galassie e nebulose)
- \* fotografia deep-sky con aperture inferiori ai 12 cm

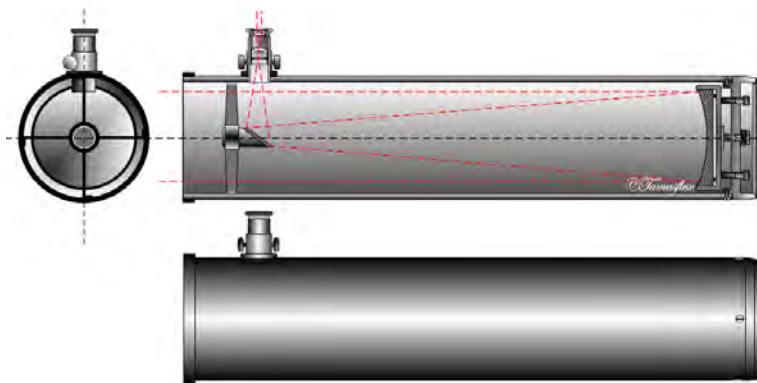
## 2. Riflettori

Il riflettore è un tipo di telescopio che raccoglie la luce per mezzo di uno specchio parabolico, concentrandola sul fuoco della parabola, dal quale può essere osservata, fotografata o analizzata mediante strumenti. Più semplici da costruire e più efficaci rispetto ai telescopi a rifrazione, sono oggi i telescopi più utilizzati per l'osservazione ottica.

Nei telescopi a riflessione sono usate svariate configurazioni ottiche, a seconda delle esigenze di osservazione:

### Configurazione newtoniana

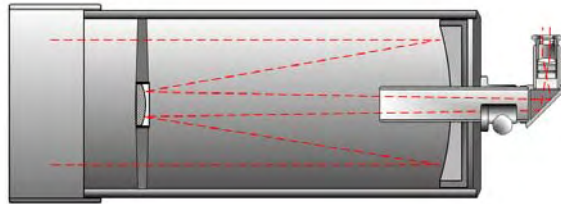
I riflettori Newton, o newtoniani, prendono il nome dal loro inventore Isaac Newton.



### Configurazione Cassegrain

Il telescopio Cassegrain è costituito da due specchi: il primario sferico e parabolizzato ed il secondario ellittico iperbolizzato. Lo specchio primario è forato e l'osservazione della sorgente luminosa avviene dietro a questo. Il percorso luminoso segue in questo caso un doppio tragitto all'interno del tubo ottico, il che consente di avere focali lunghe in uno strumento abbastanza compatto.

La maggior parte dei telescopi opera come un cassegrain (lunga focale, e un campo di vista più piccolo con maggiore ingrandimento) o newtoniano. Hanno uno specchio primario forato, un fuoco newtoniano, e un braccio meccanico per poter montare differenti specchi secondari.



### Configurazione Schmidt-Cassegrain

Molto diffusa tra i telescopi amatoriali di fascia media è lo schema ottico Schmidt-Cassegrain. Si tratta di uno schema Cassegrain in cui lo specchio principale ha profilo sferico; per contenere le aberrazioni introdotte si utilizza una lastra correttrice di Schmidt, che funge anche da supporto per lo specchio secondario. Questa soluzione, rispetto al Cassegrain, consente di ridurre i costi di lavorazione.



## **7) Che cos'è la "Montatura"?**

Per montatura di un telescopio s'intende la struttura meccanica che si occupa di sostenere la componente strumentale ottica. La montatura ha anche la fondamentale funzione di compensare il moto di rotazione della Terra e dunque il moto apparente degli astri da Est verso Ovest, eseguendo un moto di rotazione in senso opposto a quello apparente del cielo. In questo modo l'oggetto da osservare rimarrà sempre al centro del campo d'osservazione.

Una montatura per essere considerata efficiente deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. requisito meccanico, la montatura deve essere improntata alla massima rigidità; esente da flessioni o vibrazioni, che mantenga una velocità costante nel suo moto di inseguimento in modo da mantenere sempre al centro del campo visivo l'oggetto inquadrato senza fughe. Infine deve essere costituita da una meccanica precisa ed esente da giochi meccanici che possano precludere la sua precisione.

2. requisito elettronico, un elemento importante per un telescopio è oramai la presenza di un controllo elettronico dei movimenti, in modo da poter gestire tramite una pulsantiera o persino un computer la gestione e il puntamento dei corpi celesti.

3. requisito informatico, ossia il software che sia in grado di comunicare con l'elettronica e la meccanica dello strumento. Questo requisito consente non solo di puntare un oggetto, ma anche di annullare gli errori strumentali tramite correzioni del moto e persino la possibilità di gestire lo strumento per via remota, via internet ad esempio.

Le montature per telescopi si dividono in due categorie principali: montature altazimutali e montature equatoriali.

### Montatura altazimutale

È la montatura più semplice da costruire, costituita dal moto dei due assi principali azimut ed elevazione. Il telescopio, per mantenere l'oggetto osservato al centro del campo, deve eseguire dei moti nei due assi: l'orizzontale e il verticale. Inoltre è presente un altro inconveniente: la rotazione del campo. Tutto questo è risolto da un sistema di motori controllati da un computer, il quale provvede a mantenere sempre perfetto il puntamento. Questo tipo di montatura è utilizzato nei telescopi amatoriali più economici oppure per i telescopi professionali di grandi dimensioni, a causa della maggior semplicità e leggerezza della stessa: requisito indispensabile per sostenere specchi del diametro di alcuni metri, sorretti da strutture pesanti diverse tonnellate. Non è adatta per l'astrofotografia.

### Montature equatoriali

Esistono diversi tipi di montature equatoriali, accomunati però dalla caratteristica fondamentale di avere uno degli assi di rotazione inclinato in funzione della latitudine del luogo. Questa inclinazione consente (a fronte di un puntamento della montatura rispetto il Polo Nord Celeste) di "inseguire" i corpi celesti mediante un solo movimento, semplificando rispetto ad una montatura altazimutale la modalità di inseguimento. La presenza di un solo moto, infatti, consente anche per i telescopi amatoriali di raggiungere il medesimo scopo, senza dover avere l'ausilio di sofisticata attrezzatura e software di supporto: un semplice motorino con un tempo di rotazione di 24 ore è sufficiente. È il tipo di montatura che viene usata per l'astrofotografia.



Montatura altazimutale



Montatura equatoriale



## 8) Come posso iniziare l'osservazione astronomica?

Un ottimo approccio iniziale all'astronomia è l'acquisto di un binocolo 10x50 (10 ingrandimenti e 50 mm. di apertura), col quale fare le prime esperienze e iniziare a riconoscere le costellazioni e la posizione degli oggetti celesti. Molto utile sarebbe anche procurarsi un buon libro di astronomia pratica.

## 9) Quale telescopio acquistare?

Quando sarete pronti ad acquistare un telescopio, prima di procedere all'acquisto dovrete fare diverse considerazioni in quanto la scelta ottimale dipende da vari fattori:

1) Tipo di utilizzo. Se volete usarlo solo in visuale oppure scattare anche delle foto. Nel secondo caso è obbligatorio l'uso di una montatura equatoriale ben stabile.

2) Dove abitate. Se abitate in una zona molto illuminata e non avete una zona abbastanza buia a portata di mano, per vedere gli oggetti del cielo profondo sarete obbligati a delle lunghe trasferte. Meglio allora un telescopio rifrattore per fare osservazione di Luna e Pianeti che soffre molto meno di questa problematica.

3) Cosa si vuole osservare. Dovete decidere se dedicarvi principalmente a Luna e pianeti o al profondo cielo o se volete vedere un pò di tutto. Nel primo caso meglio un rifrattore, come già detto prima. Negli altri casi ci sono varie possibilità e si deve tenere anche conto del peso dello strumento e della sua trasportabilità.

4) Quanto volete spendere. Dal budget a disposizione dipende la scelta finale del tipo di telescopio perché ce ne sono di tutti i prezzi, da poche centinaia di Euro fino a decine di migliaia, ce ne sono con la ricerca completamente manuale fino a quelli con ricerca automatica computerizzata e GPS che, una volta eseguito l'allineamento punteranno automaticamente qualsiasi oggetto avrete indicato solo digitandolo sulla tastiera.

Tenete presente che il costo di un riflettore da 20 cm. accessorato può superare i 2.000 Euro ed è molto pesante, anche se una persona sola riesce ancora a spostarlo. Un 30 cm. ha dei costi ancora più elevati e ci vogliono almeno due persone per trasportarlo. I rifrattori sono in genere più leggeri ma hanno dei costi più elevati se si pretende una buona qualità dell'immagine.

Per risparmiare o potersi permettere uno strumento migliore si può ricorrere al mercato dell'usato, sia presso un negozio che andando a ricercare negli annunci on-line.

Per la scelta del telescopio e degli accessori fatevi consigliare da un astrofilo esperto o da un serio negozio specializzato. Sul sito [www.astrocast.it](http://www.astrocast.it), nella sezione "Link Utili", trovate un elenco di negozi. L'ideale sarebbe rivolgersi ad un negozio abbastanza vicino da poterci andare direttamente, altrimenti potete contattare il negozio telefonicamente per avere tutte le informazioni e poi acquistare on-line.

## 10) Cosa si vede con un telescopio amatoriale?

Spesso i neofiti, mancando di esperienza, si aspettano di vedere chissà che cosa e vedono poco. Le favolose nebulose e galassie sono appena distinguibili o non si vedono affatto. Rimangono delusi e magari maledicono l'innocente strumento.

Fatevi quindi consigliare da chi ha più esperienza di voi, in base alle vostre esigenze e condizioni.

A patto di avere condizioni di cielo (seeing) ottimali per le quali dovete recarvi in un luogo elevato e con pochissimo inquinamento luminoso (in montagna) e quindi fare anche alcune ore di strada (e se poi il cielo è coperto?), gli oggetti celesti del profondo cielo si vedono come batuffolini più o meno deludenti in tutti gli strumenti fino a 15 cm., cominciano a diventare carini in un 20 cm, belli in un 30 cm, bellissimi in un 40 cm.

Il discorso cambia per la Luna ed i pianeti dove anche con un rifrattore da 7 o 8 cm. potete vedere molti particolari della Luna, le fasi di Venere, gli anelli di Saturno, la Macchia Rossa ed i satelliti galileiani di Giove, i principali oggetti di Messier. Potete utilizzarlo anche per osservazioni di paesaggi e birdwatching. Mettendo un cartoncino dietro l'oculare potete osservare per proiezione le macchie solari senza comprare filtri, oppure potete comprare un filtro Astrosolar (un cartoncino speciale) da applicare davanti al telescopio (mai osservare il sole ad occhio nudo, si diventa ciechi!).

Sarà giusto, in ogni caso, sfatare una pericolosa illusione diffusa fra chi non ha ancora osservato attraverso un telescopio: mettendo l'occhio allo strumento NON si vedranno le stesse immagini che ammiccano dalle pubblicità o dalle pagine delle riviste di astronomia! In particolare, riguardo per esempio alle galassie o alle nebulose, dimenticatevi tutti quei colori e l'incisione dei dettagli.

C'è una differenza fondamentale tra visione e fotografia. Quest'ultima è ottenuta con un supporto (sia esso chimico o digitale) capace di accumulare per un tempo lungo a piacere i fotoni in arrivo. Il risultato è che con una fotografia possiamo registrare stelle molto più deboli di quelle che riusciamo a vedere mettendo l'occhio al telescopio. Una fotografia può rendere evidenti rarefatti veli di luce che all'occhio sono assolutamente invisibili. Si pensi ad esempio alla famosa Nebulosa Testa di Cavallo in Orione: per vederla servono grandi telescopi e cieli perfetti mentre compare facilmente in foto fatte con normali teleobiettivi (e pellicole sensibili al rosso).

I colori, poi, possiamo scordarceli. Al di sotto di una certa intensità luminosa, la retina non percepisce i colori e potete scommettere che tale soglia di intensità è largamente superiore a quella che sperimenterete all'oculare del vostro telescopio.

### In sintesi:

- Le stelle, al telescopio, sono sempre e comunque puntiformi, solo più brillanti.
- Scordatevi che col solo telescopio, durante l'osservazione, si riescano a vedere nebulose stupendamente colorate o incredibili dettagli planetari come nelle foto sulle

enciclopedie (normalmente prese da sonde spaziali o dai telescopi giganti professionali). Durante le osservazioni astronomiche molte nebulose sono ricche di dettagli ma è raro vedere nitidamente i colori, mentre i pianeti appaiono di norma grandi come una moneta vista da mezzo metro di distanza.

- Con telescopi di grandi dimensioni è visibile, ovviamente, tutto quanto si vede con quelli più piccoli, più qualcos'altro.
- Solo i telescopi dotati di montatura equatoriale motorizzata consentono di effettuare fotografie.

## **11) Per osservare le galassie quale strumento è necessario?**

Le galassie, assieme a tutti gli altri "oggetti deboli" quali ammassi globulari e nebulose, sono corpi celesti che appaiono all'osservatore (tranne in rari e fortunati casi) di bassa luminosità, spesso al limite della percezione visiva. Poiché si trovano generalmente a grandi distanze, vengono dagli astrofili spesso indicati come gli oggetti del "profondo cielo", termine che deriva dall'inglese *deep sky* che sta ad indicare le regioni dello spazio più lontane dal nostro sistema solare.

Il problema chiave da risolvere nell'osservazione degli oggetti del profondo cielo consiste senza dubbio nel riuscire a percepirne la flebile luce. Due sono i parametri che vanno tenuti presenti: la capacità di raccogliere luce dallo strumento ottico utilizzato e il grado di contrasto offerto dal fondo del cielo.

Il primo parametro dipende principalmente dal diametro dello strumento utilizzato, il secondo dalle condizioni di trasparenza e luminescenza del cielo. Quindi la risposta più ovvia consiste nell'utilizzare un telescopio dal diametro più grande possibile, sito in un luogo di alta montagna lontano da centri abitati e privo di illuminazione! E' evidente però che sono pochi (e fortunati) quelli che possiedono uno strumento di almeno 40 cm di diametro, inserito in un osservatorio posto in una località di montagna. Ci si deve pertanto accontentare generalmente di strumenti più piccoli e in grado di essere trasportati in siti migliori di quelli nei quali normalmente si abita.

Poiché comunque, date le condizioni di scarsissima luminosità, è l'occhio stesso (e non lo strumento) a porre dei limiti ai particolari più fini percepibili, strumenti facilmente trasportabili come i telescopi newtoniani fino a 20 cm o i più compatti Schmidt-Cassegrain fino al diametro di 30 cm, possono ancora costituire una scelta consigliabile. Anche con piccoli strumenti comunque, quali il poco costoso e diffusissimo newtoniano di 114 mm di diametro, è possibile raggiungere visualmente centinaia di oggetti galattici e non.

Dato che le galassie si vedono molto raramente ad occhio nudo, per localizzarle velocemente e con precisione è molto utile un sistema di puntamento computerizzato.

Per gli oculari da installare sul telescopio, conviene che siano di buona qualità, che permettano di osservare oggetti estesi e poco luminosi.

# L'UNIVERSO

## 12) Come è nato l'universo?

La teoria più accreditata, l'unica che ha avuto dei riscontri oggettivi a suo favore, è quella del "Big Bang" (Grande Esplosione). Il tempo è nato col Big Bang. Prima non esisteva. Col Big Bang ha cominciato a scorrere. Per esempio, pensate ad un film su DVD: finché non lo inserite nel lettore le informazioni sono congelate nel supporto, ma appena schiacciate il pulsante "Play" ecco che le immagini iniziano a scorrere in sequenza nel tempo. Cosa ci fosse prima del Big Bang, sulla base delle conoscenze attuali, non ci è dato saperlo e rimarrà forse per sempre un mistero.

Sembra incredibile, ma nel primo istante di vita tutto l'universo era concentrato in una sfera grande quanto un granello di sabbia, aveva un'energia inconcepibile (10 miliardi di miliardi di miliardi di elettronvolt), una forza immane (poteva sostenere senza rompersi un peso di 10.000 miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di tonnellate) e temperatura elevatissima (un miliardo di miliardi di miliardi di gradi centigradi).

Una tale concentrazione di materia non è contenibile ed infatti, ha causato un'immane esplosione che ha originato l'universo così come lo conosciamo oggi. Si è quindi verificata una violentissima espansione che nel giro di circa un milionesimo di secondo avrebbe fatto aumentare il volume dell'Universo di miliardi e miliardi di volte.

Dopo questa fase, la "sfera di fuoco" ha cominciato a raffreddarsi, rallentando la sua espansione. Nei primissimi istanti l'energia si è condensata prima in particelle elementari (quark ed elettroni) poi in particelle maggiori (protoni e neutroni) fino a che i primi tre minuti, cioè quando la temperatura è scesa a circa 1 un miliardo di gradi, si sono formati i primi nuclei atomici di idrogeno litio ed elio. Solo quando, dopo 300.000 anni, la temperatura è scesa a circa 3000 gradi Kelvin, gli elettroni sono stati catturati dai nuclei e si è formato un gas neutro formato da idrogeno e in piccola parte da elio, che poi ha dato vita alle nebulose, le galassie, le stelle le quali nelle loro fornaci nucleari hanno formato tutti gli altri elementi della tavola periodica. Le stelle più grandi esplodendo come Supernove hanno sparso questi elementi per tutto l'universo. Se ci pensate bene, quindi, ogni atomo che compone il nostro corpo e tutto quanto ci sta intorno, è stato creato nelle stelle. Possiamo ben dire che siamo figli delle stelle!

L'Universo non è nato per caso, anzi, tutte le sue leggi seguono regole matematiche ben precise. Come ha affermato Albert Einstein "è nella matematica che si trova il principio veramente creatore" e quindi il Creatore non può che essere un supremo matematico. Ci sono limiti molto ristretti che se non fossero stati rispettati, l'Universo non si sarebbe formato.

Ad esempio, oggi sappiamo che con il Big Bang si è creata sia materia che antimateria. L'antimateria è formata da antiparticelle del tutto identiche a quelle che ci circondano salvo per il fatto di avere cariche opposte. Materia e antimateria si annullano a vicenda. Se non ci fosse stata una piccolissima differenza a favore della materia (la cosiddetta asimmetria), il nostro Universo non esisterebbe. Questa differenza è stata calcolata come l' 1%. Quindi l'Universo e tutta la materia in esso contenuta, è praticamente quell'1% avanzato dopo lo scontro fra materia e antimateria avvenuto nel Big Bang.

### **13) Come nascono le stelle?**

La formazione degli astri, dei pianeti, delle galassie è avvenuta a causa dell'attrazione gravitazionale. Come ha formulato in modo preciso Newton, ogni particella di materia attrae le altre in modo proporzionale alla massa. Tanto più la massa è grande tanto più l'attrazione gravitazionale esercitata sulle altre particelle è maggiore.

La materia esplosa dopo il Big Bang, non era perfettamente uniforme ma presentava delle zone appena più dense, dei "grumi" che per effetto dell'attrazione tra le particelle tende ad ammassarsi sempre di più e dare origine a una stella, a un pianeta o a un corpo celeste minore, a seconda della quantità di materia a disposizione.

Le stelle nascono quindi, al momento in cui una grande quantità di gas disperso nello spazio, prevalentemente idrogeno, si concentra e si aggrega a causa dell'attrazione gravitazionale tra le particelle. Gli atomi di gas in questo modo collassano ed entrano tra loro in continue collisioni sempre più frequenti e veloci. Questo fenomeno genera un progressivo innalzamento della temperatura che accelera sempre maggiormente gli urti, sino a quando gli atomi, invece di rimbalzare, si fondono tra loro formando elio. La reazione è simile a quella che si innesca in un'esplosione di una bomba all'idrogeno. La stella comincia perciò a risplendere. Questo processo dura molto tempo e si mantiene con la combustione dell'idrogeno. Inizialmente una protostella è di colore bianco. Le stelle giovanissime (si fa per dire, solo un milione di anni!) sono di colore blu. Poi, mano a mano che l'idrogeno si consuma e si forma l'elio, la stella si espande sempre più e diventa di colore giallo o rosso: è diventata una gigante rossa. A volte il processo di ingrandimento, a seconda della massa iniziale, può continuare generando una supergigante. Le prime stelle e galassie si sono formate dopo 200 milioni di anni dal Big Bang.

### **14) E' vero che l'universo è in espansione?**

Sì, l'universo si espande come un grande pallone che viene gonfiato alla velocità di un miliardo e duecentomila chilometri l'ora e sia le galassie che le stelle si allontanano sia dal punto centrale dell'esplosione che fra loro. Questo è ben comprensibile con l'esperimento del palloncino gonfiabile: su un palloncino sgonfio disegnate tanti punti piccoli e grandi (stelle e galassie) su tutta la sua superficie e poi cominciate a gonfiarlo. Osserverete che mano a mano che si gonfia i punti si allontanano dal centro del pallone ma anche fra di loro.

Un'altra immagine che rende bene l'idea dell'espansione dell'universo è quella di un fuoco d'artificio di forma sferica. Quando scoppia vedete tanti punti colorati che si allontanano in tutti i sensi formando una grande palla. Questo fa capire che l'universo non è realmente infinito, anche se lo sembra. Se si potesse viaggiare a velocità estrema si tornerebbe prima o poi al punto di partenza. Tornando all'esempio del palloncino (ma questo ragionamento si potrebbe applicare anche alla Terra) se ci tracciate una linea dritta, una volta fatto il giro sarete di nuovo al punto di partenza.

### **15) Come è stato dimostrato che l'universo è in espansione?**

Quando sentiamo passare un treno che fischia, anche se per il macchinista il suono è costante, sentiamo il fischio aumentare di intensità mano a mano che il treno si avvicina a noi e, viceversa, diminuire sempre più mentre si allontana. Il fisico austriaco Christian Doppler, nel secolo scorso, ha dimostrato che un effetto simile si verifica anche per quanto riguarda le onde luminose.

Se le stelle fossero ferme, la frequenza della loro luminosità sarebbe costante e, le onde luminose ci giungerebbero in modo costante, così come vengono emesse dalla sorgente. L'effetto Doppler mostra invece che quando la fonte luminosa si sta avvicinando la frequenza delle onde luminose si sposta verso il blu, mentre se si allontana si sposta verso il rosso. Da questo principio è scaturita la scoperta di Hubble.

### **16) Che cosa scoprì Hubble?**

L'astronomo americano Edwin Hubble, nel 1923, scoprì che esistono molteplici galassie e le classificò in tre tipi, secondo la loro forma: ellittiche, spirali e spirali-barrate. Alcuni anni dopo, osservando stelle e galassie lontane verificò che lo spettro dei loro raggi luminosi è spostato verso l'estremo rosso. Questo fenomeno, per l'effetto Doppler, dimostra che le galassie si stanno allontanando sempre più dalla Terra e fra di loro. Hubble si è reso conto che la velocità di allontanamento è proporzionale alla loro distanza dalla Terra: più sono lontane, più velocemente se ne allontanano. successivamente ha cercato di calcolare la velocità di espansione dell'universo e, attraverso la costante di Hubble o costante  $H$ , è stato possibile determinare quanto tempo è trascorso dall'istante del big-bang.

Ciò spinge gli scienziati ad immaginare che l'universo sia in rapida espansione e che le galassie si stiano allontanando sempre più dalla Terra. La velocità di allontanamento delle galassie non è casuale, è proporzionale alla loro distanza dalla Terra: più sono lontane, più velocemente se ne allontanano.

### **17) Che età ha l'universo?**

L'età dell'Universo è il tempo passato tra il Big Bang e il giorno d'oggi.

In orbita dal 2001, il satellite americano WMAP sta misurando la radiazione di fondo di microonde che permeano l'intero universo - la lontana "eco" del Big Bang. Studiando questo debolissimo segnale è possibile ricavare informazioni cruciali che descrivono lo

stato e la storia del nostro Universo. Recentemente la NASA ha pubblicato nuovi dati raccolti dal satellite negli ultimi due anni, che vanno a raffinare ulteriormente la cosmologia di precisione compiuta da WMAP nel corso della sua missione. Ecco i risultati più eclatanti: la vera età dell'Universo è di 13,75 miliardi di anni, con un'incertezza di appena lo 0,8%, ridotta ormai ad appena 110 milioni di anni in più o in meno. Per apprezzare questo risultato, basti pensare che meno di quindici anni fa si diceva che l'Universo avesse fra i 10 e i 20 miliardi di anni.

### **18) Anche l'universo avrà una fine?**

Sì, tutto ha un principio ed una fine e anche l'universo non sfugge a questa regola, è solo una questione di tempo che in questo caso è un tempo lunghissimo, almeno altri 20 miliardi di anni se fosse vera la teoria del Big Rip secondo la quale l'energia oscura che sta facendo accelerare l'espansione disintegrerà gli atomi, molto prima che l'energia dell'ultima stella si esaurisca.

### **19) Che tipo di fine farà l'universo?**

Non è facile rispondere a questa domanda. La risposta dipende dalla quantità di materia esistente. Dato che la materia è attratta dalla forza di gravità, se la massa della materia esistente non è sufficiente a contrastare l'impulso dell'esplosione, l'universo si potrebbe espandere per sempre. Oppure, prima o poi, la gravità avrà la meglio su galassie e materia e inizierà il collasso. E' come quando lanciamo un razzo verso il cielo: esaurita la spinta propulsiva, ricade sulla Terra. In tal caso le galassie tenderanno sempre più a rallentare il loro reciproco allontanamento e tutta la materia tornerà a contrarsi e a concentrarsi dando origine a un Big-Crunch. L'universo, in questa ipotesi, potrebbe perciò avere una vita ciclica in cui si alternano continui collassi ed esplosioni. Quest'ultima ipotesi ha recentemente perso molto credito perché è stato riscontrato che la velocità di allontanamento di stelle e galassie invece di diminuire sta aumentando progressivamente. E' stato appurato che la massa di tutta la materia conosciuta dell'universo rappresenta solo il 5% della massa totale e quindi si ipotizza l'esistenza di una "materia oscura" e di una "energia oscura". Quest'ultima potrebbe essere la responsabile dell'aumentata accelerazione dell'espansione.

### **20) Quindi anche le stelle invecchiano e muoiono?**

Proprio così, anche se la loro vita va da milioni a miliardi d'anni. Come gli animali e le piante, le stelle nascono, invecchiano e muoiono. Ma dalla loro morte possono nascere nuove stelle.

Quando le reazioni termonucleari si arrestano definitivamente, il nucleo non è più in grado di contrastare la forza gravitazionale che provoca il collasso della stella. La fase finale della vita di una stella è dunque condizionata dall'intensità della forza gravitazionale che agisce al suo interno. Tale forza, come sappiamo, dipende dalla massa, perciò stelle di massa diversa hanno destini differenti.

## 21) Come muore una stella?

Il destino di una stella dipende dalla sua massa. Se è limitata si consuma fino a collassare trasformandosi in una nana bianca che continua a risplendere a causa del calore residuo di quanto costituiva il nucleo della stella.

Col passare del tempo si raffredda sino a diventare una nana nera che, progressivamente, si spegne. Oppure, se la massa è sufficientemente grande, la stella può spegnersi in una rapida esplosione - che può durare da poche ore a pochi giorni - generando una nova (cioè apparentemente una nuova stella). Se la massa è ancora più grande l'esplosione è tale da generare una supernova, un'esplosione luminosissima, visibile anche in pieno giorno per alcune settimane. Queste esplosioni possono proiettare nello spazio quantità di materia tali da generare le stelle a neutroni, dal diametro piccolissimo ma con una gravità anche 100 miliardi volte superiore a quella terrestre. E' per esempio il caso delle stelle pulsar che ruotano su se stesse sino a 30 volte al secondo.

Altre volte il collasso di una stella è tale che la materia si concentra e comprime in uno spazio ridottissimo, generando un'attrazione gravitazionale così forte da inghiottire ogni cosa, compresa la luce. E' nato in questo modo un buco nero, un fenomeno unidirezionale che permette alla materia e alla luce di entrare ma da cui non è possibile uscire.

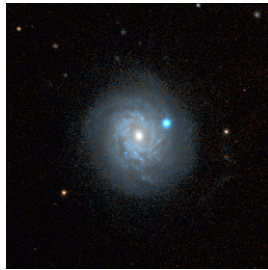


## 22) Cosa sono le Supernove?

Una Supernova è una stella che esplose. L'esplosione di Supernova rappresenta l'ultimo atto, distruttivo e spettacolare, del ciclo evolutivo di stelle di massa molto grande. Durante l'esplosione viene liberata un'energia enorme e la stella diventa così luminosa da splendere più di una intera galassia. La luce emessa dalla stella in seguito



all'esplosione dura qualche mese ed è paragonabile a quella che il nostro Sole e' in grado di emettere in un miliardo di anni!



L'esplosione di una supernova in una galassia spirale

### **23) Cosa può succedere alla Terra se una stella vicina diventa supernova?**

Secondo alcuni autori l'esplosione di una Supernova entro 36 anni luce rappresenterebbe un serio pericolo per la vita sulla Terra. In particolare la Terra sarebbe investita da un flusso di radiazioni X e gamma altamente energetiche tali da compromettere le possibilità di vita. A ciò si aggiungerebbe pure un flusso di particelle d'alta energia ma gli effetti di tale "vento stellare" sugli organismi biologici sono ancora poco conosciuti.

Comunque possiamo stare tranquilli perché questa possibilità è molto remota. L'esplosione di una supernova nella nostra galassia avviene ogni 30-50 anni ma la probabilità che succeda entro 36 anni luce da noi è molto, molto bassa. Candidate a diventare supernove sono *alfa Orionis* (Betelgeuse), *alfa Scorpii* (Antares) e *alfa Herculis* (Rasalgethi). Le prime due hanno una distanza di 400 anni luce, la terza di 600.

### **24) L'universo è un posto tranquillo?**

Purtroppo no, come appare ben chiaro dai punti precedenti. L'universo è violento, proprio come la vita sulla terra: stelle che esplodono in supernove e distruggono altre stelle vicine, buchi neri che attirano tutto quello che c'è intorno a loro in un vortice mortale, galassie che si scontrano, l'oggetto celeste più grande che attira e ingloba il più piccolo sia che si tratti di un pianeta, di una stella o di una galassia, le esplosioni più violente mai osservate come i lampi di raggi gamma... insomma non è proprio un posto idilliaco.

### **25) Quanto sono distanti le stelle?**

Le stelle che puoi vedere sono come il nostro Sole, ma molto molto più lontane. Se il nostro Sole fosse lontano come quelle stelle noi potremmo vederlo come una piccolissima stella meno luminosa di tante altre. Le stelle non sono tutte uguali. Alcune sono grandi e luminose mentre altre sono piccole e poco brillanti. La maggior parte delle stelle sono di medie dimensioni e luminosità. Infatti il nostro Sole fa parte di questa maggioranza. Sembra molto grande solamente perché è molto vicino a noi.

Le stelle si trovano a distanze molto diverse tra loro. Queste distanze sono così grandi che si misurano in "anni luce", ossia quanti anni impiega la luce di una certa stella per arrivare fino a noi. La velocità della luce è di 300.000 km al secondo, ovvero oltre un miliardo di km. all'ora, equivalenti a quasi diecimila miliardi di chilometri percorsi in un anno!

La maggior parte delle stelle che vediamo si trovano ad una distanza di decine o centinaia di anni luce e alcune anche a diverse migliaia di anni luce.

La stella più vicina a noi, escludendo il Sole, è Proxima Centauri e si trova nella costellazione del Centauro. Questa stella si trova a "soli" 4,2 anni luce, che corrispondono a circa 40.000 miliardi di chilometri! Quindi, per arrivare dalla stella fino a noi, la luce impiega 4 anni e 2 mesi. E si tratta solo della stella più vicina....

Guardando le stelle osserviamo il passato. Quel puntino luminoso che brilla nel cielo ci mostra la stella così com'era centinaia o migliaia d'anni fa. In quest'istante quella stella potrebbe non esistere più perché è esplosa magari migliaia d'anni fa oppure si è trasformata nel frattempo in una gigante rossa o in una nana bianca.

Il nostro Sole, dista dalla Terra 8 minuti luce, cioè la sua luce ci arriva con otto minuti di ritardo. Se il Sole si arrestasse improvvisamente (ma è improbabile perché gode di buona salute e ha una vita residua di altri 5 miliardi di anni) continueremmo ad essere illuminati per altri 8 minuti.

Per renderci conto dell'enormità delle distanze, supponiamo che un nostro amico si trovi su un pianeta che orbita intorno ad una stella a 20 anni luce. Se lo chiamiamo al cellulare per sapere come sta, il suo telefono squillerà solo dopo 20 anni e noi sentiremo la sua risposta solo dopo altri 20 anni, quindi in totale ben 40 anni!

Per dare meglio un'idea delle distanze immaginiamo un modellino in scala dove UN MILIONE di chilometri corrisponde ad un centimetro.

Partendo dalla Terra, la Luna sarà a 2,5 mm. di distanza, il Sole ad 1 metro e mezzo, Giove a 7,78 metri e Plutone, la cui orbita delimita i confini del sistema solare, sarà a 59 metri. A questo punto, prima di incontrare la prima stella, Alfa del Centauro, dovremo viaggiare per ben 410 Km. !

L'Uomo ha per ora raggiunto la Luna ed è stato dichiarato "un passo da giganti". Certamente è stata una grande impresa, ma abbiamo percorso solo 2 millimetri e mezzo in un viaggio da Roma per andare a Genova, se vogliamo arrivare ad un'altra stella.

## **26) Le stelle più luminose sono quelle più vicine a noi?**

Le stelle ci appaiono più o meno luminose non solo in base alla distanza ma anche in base alla loro luminosità propria. Quindi una stella molto luminosa ma anche molto distante può sembrare più lontana di una meno luminosa ma più vicina.

In astronomia la luminosità degli oggetti celesti si misura con la Magnitudine che può essere assoluta o apparente. La magnitudine assoluta è la luminosità effettiva di un oggetto celeste, quella apparente corrisponde alla luminosità che possiamo osservare dalla Terra.

Il sistema per indicare le magnitudini è un pò insolito. Circa nel 127 a.C., Ipparco scrisse il primo catalogo stellare, comprendente circa un migliaio di stelle, dove l'autore indicava le più luminose come stelle di 1a grandezza e quelle appena visibili come stelle di 6a grandezza, con tutte le classi intermedie. Basandosi su questa prima classificazione gli astronomi moderni indicano le stelle più luminose con i valori più bassi (ormai anche negativi, dato l'enorme numero di stelle scoperte dai tempi di Ipparco), mentre i valori più elevati indicano stelle meno luminose. Per cui una stella di magnitudine relativa 2 ci appare più luminosa di una con magnitudine 5.

Ecco una lista delle stelle che appaiono più luminose e la loro magnitudine assoluta (la luminosità reale):

| Stella     | Magnitudine apparente | Magnitudine assoluta | Distanza dal sole |
|------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Sole       | -26.7                 | 4.4                  | 0                 |
| Sirio      | -1.46                 | 1.4                  | 8                 |
| Canopo     | -0.72                 | -8.5                 | 310               |
| Arturo     | -0.04                 | -0.2                 | 36                |
| Vega       | 0.03                  | 0.5                  | 25                |
| Betelgeuse | 0.5                   | -5.6                 | 600               |
| Aldebaran  | 0.85                  | -0.3                 | 65                |

Il Sole essendo vicinissimo a noi ha una magnitudine apparente elevatissima (N.B.: essendo la scala delle magnitudini in progressione geometrica, la stella di magnitudine apparente 1 non è 5 volte più luminosa di una di magnitudine 6 ma ben 100 volte!), mentre la magnitudine assoluta è piuttosto bassa.

Sirio è la stella che ci appare più brillante in cielo perché pur non avendo una magnitudine assoluta elevata, è fra le più vicine a noi. Canopo, invece, pur essendo molto distante è la seconda stella per magnitudine apparente perché la sua magnitudine assoluta è molto elevata.

Le stelle di magnitudine apparente 6 sono il limite di visibilità a occhio nudo, in luogo molto buio e in condizioni di visibilità buone. In città, con l'inquinamento luminoso, il limite scende fino a 4.

## 27) Come si misurano le distanze astronomiche?

Le distanze astronomiche sono enormi e gli astronomi usano delle unità di misura adeguate. Le unità astronomiche (UA) si basano sulla distanza tra la Terra e il Sole, circa 140.600.000 chilometri. Queste unità sono utili all'interno del sistema solare, ma sono troppo piccole per misurare le distanze tra le galassie. In questi casi si usa l'anno luce. Una UA equivale a 499 secondi/luce.

Un'altra unità di misura astronomica è il Parsec, che significa parallasse/secondo ed equivale a circa 3,6 anni/luce. 1000 Parsec equivalgono a un Kiloparsec, mentre il megaparsec equivale a un milione di Parsec.

## 28) Cos'è un anno luce?

Poiché le distanze astronomiche sono enormi, anche le unità di misure astronomiche sono smisurate. L'anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno. Dato che la luce viaggia con una velocità di circa 300.000 chilometri al secondo (oltre un miliardo di km. all'ora!), in un anno compie circa 9.460 miliardi di chilometri. Per avere un'idea delle dimensioni dell'universo basti pensare che la galassia a noi più vicina, quella di Andromeda, dista da noi circa 2 milioni di anni luce, mentre gli oggetti conosciuti più distanti, i quasar, distano miliardi di anni luce. Ciò significa che le onde luminose che oggi riceviamo sono partite miliardi di anni fa, e oggi questi oggetti probabilmente non esistono più. Viceversa, se da un pianeta lontano un milione di anni luce, in questo momento qualcuno potesse osservare la Terra, la vedrebbe non come è oggi, ma come era un milione di anni fa.

## 29) Cos'è una galassia?

Una galassia è un ammasso di miliardi di stelle legate tra loro dall'attrazione gravitazionale e disposte nello spazio generalmente a forma di spirale o di disco. Anche la Terra e il Sistema Solare fanno parte di una galassia: la Via Lattea. La nostra galassia ha un diametro di circa 100.000 anni/luce e ruota a una velocità di circa 300 Km/sec., compiendo un giro completo all'incirca ogni 200 milioni di anni. La galassia più vicina alla nostra è quella di Andromeda che dista circa 2 milioni di anni luce dalla Terra ed è visibile anche a occhio nudo.

Fu l'astronomo americano Hubble a scoprire, nel 1923, che esistono molteplici galassie e fu lui a classificarle in tre tipi, secondo la loro forma: ellittiche, spirali e spirali-barrate. Successivamente si sono scoperte anche altre galassie abbastanza inconsuete dette irregolari.



Galassia Ellittica



Galassia a spirale



Galassia a spirale-barrata

## 30) Quante galassie ci sono nell'universo?

Le recenti osservazioni (1996) da parte del Telescopio Spaziale Hubble hanno evidenziato l'esistenza di un rilevante numero di nuove galassie. La scoperta quindi di molte galassie troppo deboli per essere rilevate da terra non è una sorpresa ma questi dati permettono nuove stime sulla distribuzione delle galassie, in particolare di quella frazione di bassa luminosità. Difatti i calcoli sul numero di galassie presenti

nell'universo osservabile devono tener conto di fattori analoghi a quelli validi per le stelle, cioè della luminosità assoluta delle galassie e della loro distanza.

Comunque il conteggio delle galassie basato su quanto rilevato da "Hubble" in una zona quadrata di cielo di 0,04 gradi di lato mostra la presenza di circa 3000 galassie. Ora le dimensioni di un tale "tassello" di cielo sono tali che ne sono necessari 27 milioni per poter dire di aver "esplorato" l'intero cielo. Ignorando il fattore dell'assorbimento da parte delle polveri della nostra Galassia, e supponendo che le galassie si distribuiscano nell'universo in modo eguale in tutte le direzioni (non c'è motivo di pensare il contrario), potremo concludere che "Hubble" è in grado di rilevare la presenza di 80 miliardi di galassie.

Di fatto, il numero dev'essere ancora maggiore dato che le galassie più frequenti nei dintorni della nostra hanno una luminosità abbastanza debole cosicché queste risultano difficilmente osservabili a distanze cosmologiche cioè a distanze confrontabili con quelle dell'universo conosciuto. Per esempio, nel nostro gruppo locale, ci sono 3 o 4 galassie giganti rilevabili a milioni di anni luce (Andromeda, la Via Lattea, la galassia del Triangolo e forse la Grande Nube di Magellano). Comunque ci sono almeno altri 20 membri più deboli che risulterebbero difficili da rilevare a distanze di 100 milioni di anni luce, molto minori dei miliardi di anni luce delle altre più luminose.

### **31) Le stelle che vediamo fanno parte della nostra galassia?**

Tutte le stelle visibili fanno parte della Via Lattea che è la nostra galassia. Le stelle delle altre galassie tipo quella di Andromeda (la più prossima a noi), non si riesce a distinguerle perché troppo lontane.

### **32) Quante stelle ci sono nella Via Lattea?**

La risposta a questa domanda non si può basare su un effettivo conteggio delle stelle ma su una stima statistica cioè su una estrapolazione di quanto si conosce. Innanzitutto va tenuto presente che non è possibile vedere tutte le singole stelle della Via Lattea e ciò per due motivi: la distanza e l'oscuramento da parte delle polveri.

Entrambi questi fattori tendono a rendere le stelle più deboli e quindi meno osservabili. Le osservazioni nella componente visibile della luce, quella per intenderci dove si usano i telescopi, sono limitate ad una regione di più o meno 5000 anni luce di raggio centrata sul Sole ad eccezione di alcune "finestre" dove le polveri sono più rare per cui è possibile intravedere stelle più lontane. La mappa della Galassia diventa sempre più imprecisa all'aumentare della distanza. A ciò va aggiunto il fatto che le stelle osservabili a grandi distanza sono quelle più luminose ma queste sono anche le più rare. Per esempio, conteggi sul numero relativo di stelle con magnitudine assoluta diversa mostrano che per ogni stella simile al nostro Sole, ci sono circa 200 deboli stelle del tipo spettrale M. Queste sono così deboli che per poter osservare la più vicina, Proxima Centauri, è necessario un piccolo telescopio o almeno un binocolo abbastanza luminoso, nonostante sia questa la stella in assoluto più prossima al Sole.

Così per poter risalire al numero totale di stelle nella Via Lattea, va prima rilevato il numero delle stelle più luminose che si possono osservare a grandi distanze e quindi *assumere* il numero di stelle più deboli da associare a queste. Su tali supposizioni si basano le recenti stime di 400 miliardi di stelle con un errore che comunque si aggira sul 50% in più o meno. Va infine aggiunto che molte stelle, le strane "nane brune", potrebbero sfuggire a un tale conteggio a causa ancora della loro luminosità estremamente bassa.

### **33) Tutte le stelle devono appartenere ad una galassia?**

Non necessariamente. Le galassie possono collidere una con l'altra. In questo processo alcune stelle possono essere strappate via e spinte dalle forze gravitazionali nello spazio intergalattico. Il Telescopio Spaziale Hubble ha rilevato alcune centinaia di tali stelle rimaste "orfane", dotate di una notevole luminosità e poste tra le galassie dell'ammasso della Vergine. Benché quindi le stelle si formino per la maggior parte nelle zone ricche di materia come può essere una galassia, la loro storia dopo la formazione può portarle molto distante dalla galassia originaria.

### **34) Le stelle diverse dal Sole possiedono dei pianeti?**

Sì. La ricerca in quest'area è molto attiva e gli astronomi dal 1992 hanno scoperto l'esistenza di centinaia di pianeti extrasolari. Un pianeta extrasolare (o esopianeta) è un pianeta non appartenente al sistema solare; esso infatti orbita attorno a una stella diversa dal Sole. Ad Ottobre 2010 ne sono stati individuati ben 494!

I pianeti extrasolari scoperti fin ad oggi si trovano in maggioranza nelle vicinanze immediate del Sole, a meno di 100 parsec, mentre la galassia ha un raggio di 10000 Parsec. Si pensa che il 7 per cento delle stelle ha almeno un pianeta gigante il cui periodo è inferiore a 10 anni. Esistono oltre 200 miliardi di stelle nella galassia. Ci sarebbero dunque numerose decine di miliardi di pianeti nella galassia. Senza contare i miliardi di altre galassie...

La scoperta della maggior parte degli esopianeti è dovuta a metodi di osservazione indiretta piuttosto che tramite osservazioni al telescopio. A causa dei limiti delle tecniche di osservazione attuali la maggior parte dei pianeti individuati sono giganti gassosi come Giove e, solo in misura minore, pianeti rocciosi massivi del tipo Super Terra. Sono in costruzione attualmente diversi telescopi progettati appositamente per l'individuazione di pianeti extrasolari, tra cui l'Automated Planet Finder, che entrerà in funzione forse entro il 2010.

### **35) Esiste la vita su altri pianeti nell'universo?**

Oggi si ritiene che la comparsa della vita sulla Terra sia un fenomeno del tutto naturale e, visto che esistono miliardi di sistemi solari oltre al nostro, è molto probabile che si sia sviluppata, o che si svilupperà, anche in altri luoghi dell'universo. Per ora, tuttavia, non ci sono mai state conferme. Alcuni scienziati, tra cui Fred Hoyle, sono convinti che i nuclei delle comete, costituiti da carbonio e ghiaccio, contengano delle molecole organiche. La teoria di Hoyle, per ora priva di riscontri empirici, prevede che la vita nasca nelle regioni interstellari e che viaggi a bordo delle comete e

dei meteoriti e, quando trova delle adatte condizioni ambientali, come nel caso del nostro pianeta, possa attecchire.

Alcune di queste condizioni sono molto strette e, per esempio, la presenza indispensabile di acqua liquida impone che il pianeta sia a una temperatura né troppo alta né troppo bassa e quindi alla distanza giusta dalla stella.

Allo stesso modo, se il pianeta è troppo grande, diventerà un pianeta gassoso la cui atmosfera sarà composta per la maggior parte d'idrogeno e d'elio, condizioni nelle quali le reazioni chimiche vitali non possono prodursi, mentre se è troppo piccolo non riuscirà a trattenere l'atmosfera.

Il pianeta dovrà avere una certa rotazione come la Terra che ruota in 24 ore. Se rivolgesse sempre la stessa faccia come fa la Luna rispetto alla Terra, il lato sempre illuminato raggiungerebbe temperature elevatissime, mentre il lato in ombra sarebbe perennemente ghiacciato.

Si pensa che altre condizioni siano necessarie, come per esempio un bombardamento non troppo frequente di asteroidi. Ogni impatto distruttore è infatti capace di riavanzare il processo di formazione della vita. La presenza di Giove, che nelle prime fasi della formazione del sistema solare ha deviato lontano dalla Terra le numerose meteoriti, ha senza dubbio rappresentato un fattore di mantenimento della vita sul nostro pianeta.

### **36) Esistono forme di vita extraterrestri intelligenti?**

Certamente nel nostro sistema solare non ci sono altre forme di vita intelligente oltre alla nostra, anche se non si può però escludere che in altri sistemi solari si siano sviluppate analoghe forme di vita. Il problema è quello delle distanze: un incontro è estremamente improbabile. Altri mondi e altre galassie sono distanti milioni di anni luce da noi, una barriera insormontabile per la nostra breve vita. Inoltre, in altre parti dell'universo, la vita si sarebbe potuta sviluppare milioni di anni fa, o viceversa si potrebbe sviluppare fra qualche milione di anni, quando forse noi non esisteremo più.

### **37) Si potrebbe comunicare con eventuali abitanti?**

Anche immaginando che lassù nel cielo in questo momento ci sia un'altra forma di vita intelligente, un qualunque tipo di comunicazione tramite segnali sarebbe molto difficile. Se consideriamo l'evoluzione dell'uomo, infatti, soltanto nell'ultimo secolo siamo riusciti a vedere un po' più in là del nostro sistema solare, e soltanto negli ultimi decenni ci siamo impadroniti di una tecnologia in grado di inviare segnali a quelle distanze. La comunicazione con eventuali abitanti di pianeti extrasolari necessiterebbe che essi avessero raggiunto uno stadio di sviluppo sufficiente sia da un punto di vista "intellettuale" che tecnologico, oltre al desiderio di comunicare con altre civiltà. Se fossimo noi ad essere all'origine del tentativo di prendere contatto, una prima tappa consisterebbe nel provare a captare la loro attenzione inviando loro dei segnali con differenti gamme di lunghezze d'onda (visibile, infrarosso, radio...). Questi segnali dovrebbero essere molto diversi dai segnali d'origine naturale.

Bisogna però ricordare che anche se riuscissimo a prendere contatto con una civiltà aliena, un eventuale scambio di messaggi necessiterebbe un tempo piuttosto lungo

rispetto alla durata di vita umana, esattamente due volte il tempo di propagazione della luce tra la Terra e il pianeta extrasolare, cioè minimo 9 anni se esistesse un pianeta intorno a Proxima Centauri, o 100 nel caso di 51 Pegasi. Il programma SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence, cioè Ricerca d'Intelligenze Extraterrestri), che dal 1999 scandaglia porzioni di spazio cercando segnali non naturali su un numero enorme di frequenze, non ha dato ancora alcun risultato positivo.

### **38) Si potrebbe andare sui pianeti extrasolari?**

Ci sono due grosse difficoltà da superare:

#### La propulsione

Se si vuole arrivare in un tempo ragionevole, a scala umana, ad un pianeta eventualmente in vicinanza delle stelle più vicine a circa 4 anni luce, diciamo in 40 anni, bisognerà raggiungere una velocità pari a un decimo di quella della luce. Ciò suppone dei mezzi di propulsione nucleari, che implicano seri problemi di sicurezza.

#### L'ostilità dell'ambiente interstellare

Ma c'è un problema più grave. L'ambiente interstellare non è per nulla il "vuoto intersiderale" del quale parla la letteratura. Contiene della materia la cui densità media è di 1 atomo d'idrogeno per cm<sup>3</sup>. Questa materia è essenzialmente un misto di gas e di piccoli grani di "sabbia" chiamati "polvere interstellare". Non si conoscono esattamente le dimensioni medie di questi grani. Ma un grano di 0,1 mm di diametro che colpisce una navicella a 0,1 volte la velocità della luce ha la stessa energia cinetica, e fa dunque altrettanti danni, di una macchina lanciata a 100 km/h. Per un grano di 1 mm, la velocità corrispondente della macchina sarebbe di 3600 km/h. Bisogna dunque, o impiegare mezzi considerevoli per proteggersi da tali urti, e ciò aumenta il peso della navicella aggravando i problemi di propulsione, oppure diminuire la velocità della navicella il che aumenta la durata della missione.

### **39) Che cos'è la Teoria della complessità dell'Universo?**

L'Universo segue una tendenza a diventare sempre più complesso. Come abbiamo visto, per i primi 300.000 anni l'universo era composto solo da particelle sub-atomiche e poi atomiche, poi solo da idrogeno ed elio, i primi due elementi più semplici della tavola periodica con solo rispettivamente uno e due elettroni. L'idrogeno è tuttora l'elemento più leggero e diffuso nell'universo. Dopo qualche centinaio di milioni di anni dal Big Bang si sono formate le prime stelle e le prime galassie e da queste gli elementi più pesanti più comuni e presenti nell'universo. Si sono poi formati i pianeti e su alcuni di questi è comparsa l'acqua, poi le prime molecole di composti organici e alcuni amminoacidi che sono i mattoni fondamentali che formano la vita. Sono quindi apparsi i primi organismi unicellulari, le alghe, le piante, i pesci, gli anfibi, gli uccelli e gli animali terrestri fra i quali l'uomo con la sua intelligenza rappresenta il massimo della complessità attuale, almeno per quanto possiamo sapere. L'universo diventerà sicuramente ancora più complesso. Il prossimo passo verso la complessità potrebbe essere quello di automi o computer superintelligenti collegati in una rete neuronale, praticamente immortali e capaci di diffondersi nello spazio, o uomini cibernetici molto più longevi e intelligenti (sempre che l'umanità non si autodistrugga prima!).



#### 40) Cos'è una stella binaria?

Una stella binaria (si usano anche i termini stella doppia o sistema binario) è un sistema composto da due stelle che orbitano attorno ad un baricentro comune. Se una delle due stelle ha una massa molto superiore all'altra, il baricentro può essere così spostato verso di essa da ridurre il sistema ad una stella quasi ferma attorno alla quale ne orbita un'altra (esattamente come succede, per esempio, nel caso dell'orbita della Terra attorno al Sole).

#### 41) Qual' è la frazione di stelle che fanno parte di sistemi multipli?

Il 57% delle stelle con caratteristiche vicine a quelle del nostro Sole (tipi spettrali F e G), fanno parte di sistemi multipli che comprendono due o più stelle. Se si considerano invece le stelle più fredde del tipo M (le M-nane), si trova che circa il 42% di esse fa parte di un sistema binario. Le stelle solitarie, come il nostro Sole, sono quindi molto meno comuni di come si poteva pensare.

#### 42) Cosa sono gli ammassi stellari?

Un ammasso stellare è un gruppo di stelle molto fitte. Generalmente, il termine ammasso implica anche che queste stelle siano nate tutte più o meno assieme dalla stessa nebulosa, e che abbiano quindi la stessa età e composizione chimica.

Vi sono due tipi principali di ammasso:

- \* gli ammassi globulari, gruppi sferici molto grandi ed antichi
- \* gli ammassi aperti, giovani raggruppamenti di forma più eterogenea

Gli ammassi globulari sono generalmente molto grandi e includono da alcune centinaia di migliaia di stelle fino a un milione o più, e si pensa che si siano formati tutti nella stessa epoca, in contemporanea alla formazione della nostra galassia, la Via Lattea. Ne sono stati individuati oltre 100 soltanto nella Via Lattea, ma si suppone che ne esistano sicuramente molti di più anche se non riusciamo a vederli. Seguono delle orbite fortemente eccentriche e hanno un diametro di circa 100 anni luce. Alcuni, tuttavia, possono essere anche più grandi come Omega Centauri (oltre 600 anni luce).

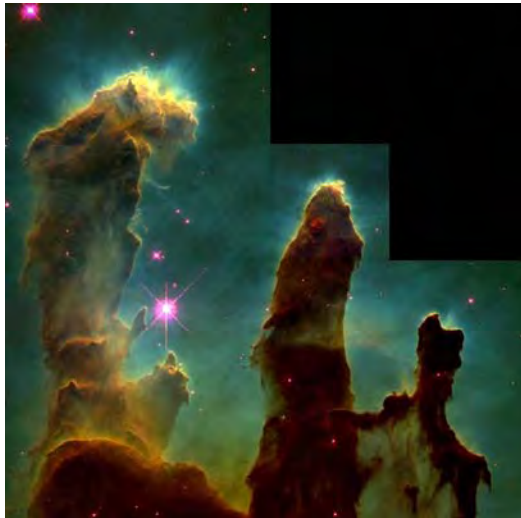
Gli ammassi aperti si formano invece ancora al giorno d'oggi, ogniqualvolta una nebulosa di gas raggiunge una massa ed una densità critiche. Sono in genere molto brillanti perché contengono molte stelle giovani ad alta temperatura, come le Pleiadi, uno degli ammassi aperti più vicini a noi, che comprende circa 3.000 stelle.



L'ammasso stellare M13 nella costellazione di Ercole

### 43) Cosa sono le nebulose?

Le nebulose sono costituite da grandi masse di gas e di polveri interstellari, quelle particelle solide di materia che si trovano tra le stelle e che spesso si condensano in nubi. Si ritiene che proprio queste siano le condizioni in cui si forma una stella, quando questi materiali si riuniscono per effetto della gravità e si cominciano a contrarre in una massa sempre più densa. Le nebulose appaiono nel cielo come una chiazza oscura o luminosa a seconda se sono illuminate o meno da una stella. Talvolta una nebulosa può circondare una stella e si chiama in tal caso nebulosa planetaria. Altre volte le nebulose avvolgono e includono miriadi di stelle, e, simili a delle vere e proprie galassie, prendono il nome di nebulose stellari.



I "Pilastrini della creazione" in M16 - Nebulosa Aquila

### 44) Cos'è la nebulosa di Orione?

La nebulosa di Orione fu individuata da Herschel nel 1774. Viene chiamata anche M42, e rappresenta uno degli spettacoli più affascinanti del cosmo. È una nebulosa a emissione, in altre parole, un immenso ammasso di gas caldi molto luminoso perché intercetta e riflette le onde elettromagnetiche. Le nubi cosmiche di questo tipo sono molto rarefatte e contengono circa una decina di atomi di idrogeno per metro cubo. Sono perciò molto più vuote del vuoto che riusciamo a riprodurre artificialmente sulla Terra. Ciononostante, attraverso un lento processo di condensazione, sono in grado di innescare il meccanismo che origina una stella. Le nebulose di questo tipo vengono definite "gli uteri delle stelle". Da un ammasso come questo, quattro miliardi e mezzo di anni fa, è nato il nostro sistema solare. Probabilmente nella nebulosa di Orione sta nascendo una nuova stella.



Nebulosa di Orione

#### 45) Cos'è un quasar?

La parola quasar significa "oggetto quasi stellare" ed è comparsa nei manuali di astronomia dopo il 1964. L'anno prima era stato fotografato il primo quasar chiamato 3C273. Furono i radioastronomi a portare a questa scoperta. Questi strani oggetti emettono onde radio con una quantità di energia molto variabile. La radiazione emessa è molto spostata verso il rosso: sono oggetti estremamente lontani.

I quasar sono delle fonti di energia incredibilmente intensa: emettono una luce pari a quella di mille galassie ma proveniente da oggetti poco più grandi del sistema solare: un quasar è un oggetto con una luminosità 5 miliardi di volte più intensa del nostro Sole. Quest'intensità è tale da poter rendere visibili questi oggetti a una distanza enorme: oltre 10 miliardi di anni luce. Si tratta probabilmente di nuclei di antiche galassie con al centro enormi buchi neri che continuano a ingoiare stelle massicce. L'estrema distanza dei quasar ci permette di vedere l'universo come era 10 miliardi di anni fa (appena 4 miliardi di anni dopo il big-bang). Ciò significa che il loro studio può dare solo informazioni sul passato, in quanto ora queste fonti di energia sono estinte, mentre le immagini viaggiano ancora verso la Terra alla velocità della luce.



Quasar 3C273, costellazione della Vergine

#### 46) Che cos'è una pulsar?

Una pulsar è quello che rimane del collasso di una stella di grande massa, dopo che questa è esplosa come supernova. Consiste in un corpo molto piccolo del diametro di 10-20 km e massa circa 1,4 volte la massa del Sole. Ne segue una densità risultante di circa 1.000.000 tonnellate/cm<sup>3</sup>, un milione di volte maggiore di una nana bianca. Se si potesse comprimere la Terra per farle raggiungere questa densità le sue dimensioni sarebbero quelle di uno stadio di calcio! La ragione di tale densità sta nel fatto che la materia non appare più costituita da atomi e quindi elementi formati da un nucleo di protoni e neutroni circondato da una nube di elettroni. Ora, un atomo normale è costituito soprattutto da spazio vuoto in quanto solo una parte su un milione di miliardi del suo volume è occupata dai protoni e neutroni del nucleo. In una pulsar invece, la materia è composta dai costituenti del nucleo (protoni e neutroni) e non presenta più la nube di elettroni attorno al nucleo. Così la densità può raggiungere i valori tipici presenti nel solo nucleo atomico.

Una pulsar ruota velocemente attorno ad un asse e la rapidità di questa rotazione è dovuta allo stesso motivo che permette ad una ballerina che sta eseguendo una piroetta sul ghiaccio, di aumentare la propria velocità di rotazione semplicemente ritraendo le braccia. Man mano che il raggio della stella che collassa dopo l'esplosione della supernova diminuisce, la velocità di rotazione deve necessariamente aumentare. In modo analogo, anche il campo magnetico della stella collassa insieme alla materia, e

la compressione delle linee di forza porta la sua intensità a un valore pari a circa 100 miliardi di volte quello del campo magnetico terrestre.

L'asse del campo magnetico di una pulsar, come del resto quello del nostro pianeta, in genere è inclinato rispetto all'asse di rotazione e perciò gli ruota attorno. Per questo motivo si crea un intenso fascio di radiazione che ruota con la stella, comportandosi come il fascio di un faro. Se per caso la Terra si trova nella direzione del fascio, la radiazione che viene rilevata sarà pulsata, cioè presenterà degli impulsi che si ripeteranno periodicamente. Date le piccole dimensioni gli impulsi si ripresentano ad intervalli che vanno da qualche secondo a qualche millesimo di secondo. Questo fatto sta all'origine del termine *pulsar* che deriva dalla contrazione di *pulsating star*, cioè stella pulsante. La più famosa pulsar è quella al centro della Nebulosa del Granchio, resto della supernova osservata nel 1054.

#### **47) Cosa sono i Gamma Ray Burst (lampi Gamma)?**

I Gamma Ray Burst (GRB) rappresentano uno dei più grandi misteri dell'astronomia moderna. Circa una volta al giorno, il cielo si illumina con un flash spettacolare, o "burst", di raggi gamma che molto spesso oltrepassa per luminosità la somma di tutte le altre sorgenti cosmiche di radiazioni gamma. Possono durare una frazione di secondo o diversi minuti, ma la sorgente del burst si affievolisce sempre molto rapidamente e nessuno è in grado di sapere quando e da quale direzione del cielo arriverà il prossimo. Al momento inoltre, nessuno ne conosce la causa o da quanto lontano arrivino. Poiché la radiazione gamma viene neutralizzata dall'atmosfera terrestre, la rivelazione dei GRB avviene sia per mezzo di palloni sonda nell'alta atmosfera che per mezzo di satelliti specifici. L'astronomia nei raggi gamma è quindi una delle più giovani e dinamiche branche della moderna astronomia.

#### **48) Cosa sono i buchi neri?**

I buchi neri sono stati analizzati in particolare da Hawking che li pone alla base di alcuni fondamentali processi dell'universo. La nascita di un buco nero avviene in seguito al collasso di una stella dalla massa enorme che si contrae in un raggio critico molto piccolo. La concentrazione di una simile quantità di materia in uno spazio così ristretto genera perciò un campo gravitazionale così forte da attrarre irresistibilmente ogni corpo che si avvicina. Persino la luce ne viene risucchiata. Per questo motivo è molto difficile individuare un buco nero. Esso è un fenomeno unidirezionale in cui è possibile solo entrare ma nulla può uscire. In una recente ricerca, grazie al telescopio orbitale a raggi X "Chandra", della Nasa, gli astronomi hanno scoperto, a una distanza tra i sei e gli undici miliardi di anni luce dalla Terra, 1.300 buchi neri "supermassivi", ossia da milioni a miliardi di volte più grandi del sole che si trovano al centro delle galassie (ce n'è uno anche nella nostra).

#### **49) Di che cosa è fatta la "materia oscura"?**

Va detto subito che non sappiamo se la "materia oscura" esista realmente e comunque, nel caso esista, di che cosa sia fatta. Quanto segue sono solo delle ipotesi sulla massa che si ritiene necessaria per poter spiegare le velocità di rotazione delle galassie.

Difatti le misure sulle velocità di rotazione delle nubi di gas alla periferia delle galassie evidenziano una costanza (o addirittura un aumento) di questa velocità. Ciò va contro le aspettative in quanto si riteneva che le parti periferiche di una galassia si dovessero comportare come i pianeti del sistema solare per i quali la velocità diminuisce con una legge ben nota all'aumentare della distanza dal Sole. La più immediata interpretazione di ciò è che la massa delle galassie sia maggiore di quella che appare dallo studio della luce emessa dalle stelle che le compongono, ossia, che le masse effettive debbano essere maggiori di quelle finora osservate.

Le proposte per colmare questa mancanza suggeriscono la presenza nell'alone delle galassie di un gran numero di stelle poco o nulla luminose (nane brune) oppure ad un'ampia varietà di buchi neri o, ancora, di altri oggetti intrinsecamente non luminosi, tipo pianeti come Giove. Altri propongono che nelle galassie siano presenti grandi quantità di polveri non ancora rilevate. Infine vi sono le proposte che ipotizzano la presenza di particelle elementari, residui del Big Bang iniziale e mai rilevate, o che assegnano ad una di queste, il neutrino, una massa diversa dallo zero.

## **50) Che cosa sono le cefeidi?**

Le variabili Cefeidi sono stelle relativamente giovani, di massa diverse volte superiore a quella del Sole, la cui luminosità varia con andamento periodico, aumentando rapidamente per poi affievolirsi in modo graduale. Queste stelle pulsano perché la forza di gravità, dovuta alla grande massa, che agisce sull'atmosfera stellare e la pressione dei gas caldi all'interno della stella non si equilibrano esattamente.

A che cosa è dovuto questo squilibrio? Un componente importante dell'atmosfera delle Cefeidi è l'elio ionizzato una volta cioè l'atomo di elio, che normalmente presenta due elettroni, è stato privato di un elettrone. Ora questi atomi assorbono e diffondono la radiazione proveniente dall'interno della stella e così facendo possono perdere un secondo elettrone. L'atmosfera diventa allora più opaca, e la radiazione la attraversa con maggiore difficoltà. Questa interazione tra radiazione e materia dà origine a una pressione che spinge verso l'esterno l'atmosfera della stella, facendo così aumentare la luminosità e le dimensioni di quest'ultima.

Ma, per quanto detto circa l'equilibrio esistente in una stella, nel corso dell'espansione l'atmosfera che circonda la stella si raffredda e a temperature inferiori l'elio torna al proprio stato in cui è ionizzato una volta. L'atmosfera, quindi, ridiventa più trasparente e la pressione esercitata su di essa diminuisce. Alla fine del ciclo la stella si contrae fino a riassumere le dimensioni e la luminosità originarie, dopodiché il ciclo della variabile cefeide riprende normalmente il suo corso.

Il comportamento delle variabili cefeidi può essere previsto con precisione estrema grazie a modelli teorici che descrivono l'evoluzione dell'interno delle stelle e a simulazioni del flusso di radiazione attraverso di esse. In particolare esiste una ben nota correlazione tra il periodo di variabilità e la loro luminosità (magnitudine) assoluta, cosicché se si rileva il periodo di variazione si può risalire alla magnitudine assoluta e quindi, (nota quella visuale), determinare la loro distanza. Oggi gli astronomi annoverano queste stelle tra gli indicatori più affidabili delle distanze cosmiche.

## 51) Cosa sono le costellazioni?

Le stelle, pur muovendosi nella sfera celeste, mantengono pressoché inalterate le distanze tra l'una e l'altra e si chiamano perciò "stelle fisse". Guardando il cielo in una notte stellata è naturale notare che in certe zone appaiono più stelle che in altre. Il nostro occhio è portato a scoprire in questa distribuzione irregolare qualche struttura e a ciascuno viene spontaneo individuare raggruppamenti che, sin dai tempi più antichi, hanno sollecitato la fantasia dell'uomo che vi ha rintracciato delle forme e dei significati astrologici.

Le costellazioni sono quindi disegni immaginari tra differenti gruppi di stelle che le fanno sembrare oggetti familiari. Sono solo immagini e oggetti che ci aiutano a trovare le altre stelle e ad orientarci in cielo. Ci sono molte costellazioni in cielo (88) e in ogni stagione se ne possono osservare diverse. Una costellazione famosa è quella di Orione (vedi foto qui sotto).



Si distinguono in rapporto alla loro posizione nel cielo in zodiacali, boreali e australi. Tra le varie costellazioni ve ne sono 12 che rappresentano i segni dello zodiaco a cui l'astrologia attribuisce delle influenze sul comportamento e la vita dell'uomo che non hanno però nessun fondamento scientifico. La variazione di posizione rispetto alla Terra delle costellazioni e il loro moto sono molto lenti rispetto alla vita dell'uomo, tanto che la loro posizione attuale è rimasta sostanzialmente la stessa dell'antichità.

## 52) Quali sono le costellazioni?

Le 12 costellazioni dello zodiaco, a cui l'astrologia attribuisce influenze dirette sulla vita dell'uomo, sono: Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione, Sagittario, Capricorno, Acquario e Pesci. Queste si trovano nei pressi dell'eclittica, il piano immaginario su cui la Terra traccia la sua orbita intorno al Sole.

Tra le costellazioni circumpolari boreali, cioè quelle che si trovano prossime al Polo Nord, ci sono Cassiopea, Cefeo, Dragone, Giraffa, Orsa minore e Orsa maggiore. Quest'ultima è anche chiamata Grande Carro, che però rappresenta solo una parte della costellazione. L'Orsa minore ha invece ad un'estremità la stella Polare, un astro molto luminoso che ha permesso per millenni di guidare la rotta dei naviganti indicando, con una buona approssimazione, il Polo Nord.

Le costellazioni di primavera comprendono: Bootes, Bilancia, Cani da Caccia, Chioma di Berenice, Corona Boreale, Coppa, Corvo, Idra, Leone, Leone Minore, Sestante, Vergine.

Le costellazioni estive sono: Aquila, Cavallino, Capricorno, Cigno, Delfino, Ercole, Lira, Freccia, Ofiuco, Sagittario, Scorpione, Scudo, Serpente, Volpetta.

In estate, nelle notti limpide e senza Luna è visibile anche la Via Lattea, la nostra galassia, che in questo periodo è al massimo della sua luminosità. La stella Vega è la più brillante del cielo estivo.

Tra le costellazioni d'autunno si trovano Acquario, Ariete, Balena, Lucertola, Perseo, Pesci, Triangolo, Pegaso e Andromeda, la più grande nebulosa a spirale visibile anche ad occhio nudo.

Le costellazioni d'inverno si raggruppano attorno ad Orione. Tra le altre costellazioni ci sono il Cane maggiore, che comprende la stella Sirio, l'astro più brillante del cielo, Auriga, Cancro, Cane Minore, Eridano, Gemelli, Lepre, Lince, Poppa, Toro, Unicorno.

# IL SISTEMA SOLARE

## 53) Come è nato il sistema solare?

Attualmente non ci sono spiegazioni accettate universalmente sulla nascita del sistema solare. Rimane ancora oggi plausibile l'ipotesi formulata da Kant nel 1755 ed elaborata l'anno seguente da Laplace: il sistema solare sarebbe nato da una nebulosa rotante in via di raffreddamento. Al centro del vortice ci sarebbe stato il Sole da cui si sarebbe staccato del materiale per forza centrifuga dando origine ai pianeti.

L'ipotesi di Jeans e Jeffreys, formulata nel 1917, prevede invece che un corpo gigantesco passato vicino al Sole, con la sua attrazione gravitazionale, avrebbe provocato maree e fuoriuscita di materiale. Questo, successivamente, si sarebbe suddiviso nei nuclei di origine dei pianeti. Al 1952 risale l'ipotesi di Kuper, per cui il Sole, circondato da una nebulosa di gas, avrebbe creato, con il suo campo gravitazionale, dei cicloni che hanno determinato il formarsi del sistema solare e dei pianeti.

L'ipotesi di Hoyle e Lyttleton teorizza che ci fossero un tempo due stelle vicine e che l'esplosione della maggiore stia all'origine dei pianeti.

Secondo Weiszacker infine, il Sole, attraversando una regione di nubi interstellari ne avrebbe catturata una nel suo campo gravitazionale e con il tempo da qui si sarebbero formati i pianeti.

## 54) Quali sono le principali tappe dell'esplorazione del sistema solare?

Dopo le prime sonde nello spazio e sulla Luna, e dopo il primo viaggio di un uomo nello spazio, fu la volta dell'esplorazione di Marte. Le prime immagini del pianeta furono trasmesse nel 1965 dalla sonda americana Mariner 4. Nel 1967 fu la volta di Venere, la cui atmosfera fu raggiunta per la prima volta dalla sonda sovietica Venere 4. Nel 1969 il LEM di Apollo 11 permise il primo sbarco dell'uomo sulla Luna. Nel 1972 la sonda americana Pioneer 10 effettuò la prima ricognizione di Giove. Nel 1973 venne messo in orbita il primo laboratorio spaziale destinato allo studio del Sole, lo Skylab. Nello stesso anno Pioneer 11 si avvicina a Saturno fornendo le prime informazioni. Nel 1974, Mariner 10 fotografa Mercurio mentre, nel 1975, avviene il primo atterraggio su Marte della sonda americana Viking 1. Nel 1986 la sonda Giotto studia a distanza ravvicinata il passaggio della cometa di Halley. Lo stesso anno la sonda Voyager 2 sorvola per la prima volta Urano. Nel 1990 viene messo in orbita il telescopio spaziale Hubble.

## 55) Chi fu il primo uomo a viaggiare nello spazio?

Il cosmonauta russo Yuri Gagarin (1934-1968) è il primo uomo che, il 12 aprile 1961, a bordo della capsula Vostok 1, che significa Oriente, ha viaggiato nello spazio. Pilota di aerei a reazione dell'aeronautica militare sovietica, fu lanciato nello spazio all'altezza di 327 chilometri e compì un giro intorno alla Terra in un'ora e 28 minuti. Con il suo volo ha bruciato sul tempo il progetto americano del Mercury.



## **56) Quali furono i primi uomini ad esplorare lo spazio?**

Dopo l'impresa di Gagarin del 1961, nello stesso anno gli americani inviarono in volo nello spazio gli astronauti Shepard a bordo del Mercury e Glenn su un Atlas. Nel 1963, a bordo della capsula Vostok 6, l'Unione Sovietica mandò nello spazio la prima donna, Valentina Tereskova. Nel 1965, all'interno del programma Voskhod, l'astronauta sovietico Leonov compì la prima passeggiata spaziale di circa 10 minuti, seguito pochi giorni dopo dall'americano White. Nel 1969, con il progetto Apollo, i tre astronauti americani Armstrong, Aldrin e Collins scesero sulla superficie lunare: i primi due compirono una passeggiata di oltre due ore.

## **57) Cos'è lo Space Shuttle?**

Dato il costo delle imprese spaziali e delle navicelle, non si tardò a studiare un'astronave in grado di compiere più voli e di essere quindi riciclata per differenti missioni. Nel 1972 la NASA iniziò la costruzione dello Space Shuttle, un veicolo spaziale munito di ali che quando è in partenza viene lanciato da una rampa come un razzo, ma dopo la sua missione al rientro dall'orbita atterra su una pista come un aeroplano. Queste navette possono essere utilizzate anche come piattaforme di lancio orbitante e possono collocare o recuperare satelliti. Il primo volo di prova è avvenuto nel 1981, mentre il primo volo operativo è dell'anno seguente.

## **58) Cos'è lo Skylab?**

Lo Skylab è un laboratorio spaziale destinato allo studio del Sole messo in orbita nel 1973. Per raccogliere certi tipi di informazioni, infatti, è necessario compiere le osservazioni al di fuori dall'atmosfera terrestre. Lo Skylab perciò è dotato di tutta la strumentazione necessaria per misurare le radiazioni ultraviolette e X emesse dalla nostra stella. Soltanto attraverso questo laboratorio spaziale si sono potute studiare in modo preciso le condizioni del Sole, della corona solare e della fotosfera.

## **59) Cosa succede agli astronauti nello spazio?**

Nello spazio, per l'assenza di gravità, gli astronauti fluttuano nel vuoto. Mantenere l'equilibrio è inizialmente difficoltoso. L'utilizzo degli oggetti risulta difficile perché tutto ciò che non è fissato galleggia e vola nella cabina. Tutto ciò che sulla Terra si compie automaticamente richiede un certo impegno e una certa attenzione. Anche mangiare e bere risulta difficoltoso, le razioni di cibo sono preparate appositamente, le pastiglie abbondano e si beve attraverso delle cannuce.

Da un punto di vista fisiologico, tutte le funzioni che sfruttano normalmente l'azione della gravità, come la circolazione del sangue, l'ingestione del cibo, l'espulsione delle urine, risultano alterate. Solitamente, a causa dello spostamento dei liquidi interni del corpo, il volto si gonfia leggermente. La respirazione è più difficoltosa. Da un punto di vista psicologico, soprattutto nel caso di lunghe permanenze, si diventa più irritabili, si avverte un senso di stanchezza e il bisogno di svaghi si avverte sempre più. Uno dei passatempi preferiti degli astronauti è l'osservazione del panorama all'esterno, che risulta molto rilassante.

## 60) Perché nello spazio gli astronauti sono privi di peso?

A causa della massa considerevole del nostro pianeta, tutti i corpi che si trovano sulla superficie della Terra ne sono attratti. Ogni corpo ha perciò un peso, che è appunto l'intensità con cui è attratto verso il centro del pianeta, reso appena variabile dalla forza centrifuga dovuta alla rotazione della Terra. Poiché il peso dei corpi è dovuto all'attrazione terrestre, è facilmente intuibile che più ci si allontana dalla Terra più l'attrazione tenderà a diminuire. Allontanandosi dalla Terra ed entrando in orbita gli astronauti perdono così il loro peso.



Astronauta sulla superficie lunare

## 61) Cos'è la gravità?

Già Galileo aveva effettuato degli esperimenti e degli studi sulla caduta dei gravi, ma è Newton (1642-1727) che ha contribuito a formulare una teoria molto più precisa e generale. L'intuizione dello scienziato inglese è quella di aver compreso che la forza di gravità della fisica terrestre è un fenomeno particolare di una legge generale valida in tutto l'universo. L'attrazione gravitazionale è infatti una proprietà della materia, valida per le più piccole particelle come per i pianeti più grandi. Ogni corpo e ogni particella di materia esercita sugli altri corpi una forza di attrazione direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della distanza fra i loro centri di massa. Questa forza, sulla Terra, attrae ogni corpo verso il centro, perché la massa della Terra è enorme in confronto a quella dei corpi che si trovano sulla sua superficie.

Ma anche sugli altri pianeti esiste una forza di gravità che dipende dalla loro massa: più un astro è grande, più attrae i corpi con maggior forza.

Sulla Luna, per esempio, che ha una massa di circa 80 volte inferiore al nostro pianeta, la forza di gravità è inferiore, e un oggetto che da noi pesa un chilogrammo peserà soltanto 164 grammi. Su Giove, invece, un pianeta enorme, l'attrazione gravitazionale è fortissima.

## 62) Cos'è l'orbita?

L'orbita è la traiettoria curva descritta da un corpo celeste che si muove nello spazio intorno a un altro corpo di massa maggiore, secondo la legge di gravitazione universale formulata da Newton. Le orbite, normalmente, hanno una traiettoria chiusa di tipo ellittico o circolare, ma talvolta possono seguire anche traiettorie aperte a iperbole o a parabola. La conoscenza delle orbite permette di stabilire l'esatta posizione dei

pianeti, la data delle eclissi e numerose altre informazioni. Nel nostro sistema solare la Terra orbita intorno al Sole, ma contemporaneamente la Luna orbita intorno alla Terra.

Il punto di massima vicinanza di un grave al corpo intorno al quale gravita si chiama periastro, rispetto a un astro qualsiasi, oppure perielio o perigeo, rispettivamente di un grave intorno al Sole (Elios) o alla Terra (Gea). Il punto di massima distanza si chiama invece apoastro o, a seconda dei casi, apogeo e afelio.

Anche i satelliti artificiali descrivono un'orbita intorno al pianeta dove sono posti.



Veduta di Giove con alcuni satelliti che orbitano attorno

### **63) Cos'è la gravitazione universale?**

La stessa forza che sulla Terra attrae ogni corpo verso il centro è anche quella che regola il moto dei pianeti intorno al Sole, dei satelliti intorno ai pianeti e in generale il moto di tutti i corpi celesti. Nel sistema solare, per esempio, la Terra, che ha una massa minore rispetto al Sole, è attratta dal campo gravitazionale della stella e le orbita intorno, mentre la Luna, più piccola della Terra, gravita intorno al nostro pianeta. A sua volta, anche il Sole ha una sua orbita all'interno della galassia, e anche le galassie si muovono. L'intero universo è un equilibrio di movimenti di astri che si attraggono reciprocamente. Quando un astro che segue una sua traiettoria, finisce nel campo gravitazionale di un astro con una massa maggiore, ne viene attratto e vi precipita, oppure comincia a girare intorno ad esso entrando nella sua orbita e modificando la traiettoria iniziale.

### **64) Come si è formata la Terra?**

La nascita della Terra risale all'epoca della formazione del sistema solare. A quel tempo il nostro pianeta, il terzo più grande di tutto il sistema, era una palla incandescente. Con il passare del tempo, ha cominciato a raffreddarsi fino a quando, circa 4 miliardi di anni fa, si è formata sulla superficie una crosta solida. Per un periodo di 500 milioni di anni ci fu un'era in cui sul nostro pianeta, e su tutti gli altri

pianeti che si stavano formando nel sistema solare, precipitarono enormi quantità di frammenti presenti nell'orbita. Poi, gli impatti si fecero sempre più rari. Sulla superficie, la crosta in via di solidificazione, spezzandosi, faceva fuoriuscire ingenti quantità di gas e di lava incandescenti formando in questo modo l'atmosfera primordiale. Questa era molto diversa da quella odierna, era formata in prevalenza da azoto, idrogeno, anidride carbonica, metano, ammoniaca e vapore acqueo. Quest'ultimo si trasformava in pioggia, ma a causa dell'elevata temperatura evaporava immediatamente in un ciclo continuo. Mano a mano che la temperatura si raffreddava cominciarono a formarsi i mari. Intanto, oltre 3 miliardi di anni fa, sulla Terra compariva la vita, in forma di batteri e di alghe microscopiche che incominciavano un processo fondamentale per il futuro del nostro pianeta: la fotosintesi e la produzione di ossigeno, che con il tempo avrebbe completamente modificato l'atmosfera.

### **65) Qual è la storia della Terra?**

Un tempo esisteva un solo continente emerso dai mari, la Pangea. Successivamente, in modo lento ma continuo, cominciò a dividersi in due grandi masse fino a quando, circa 135 milioni di anni fa, c'erano due grandi continenti: quello settentrionale, Laurasia, e quello meridionale, Gondwana. L'inesorabile spostamento dei continenti ha portato soltanto 65 milioni di anni fa la Terra ad assumere una conformazione abbastanza simile a quella che conosciamo oggi. Il processo di spostamento dei continenti è una caratteristica del nostro pianeta che è in continua evoluzione, al contrario di molti altri pianeti geologicamente morti. Questo continuo cambiamento si spiega con la presenza di una gigantesca catena montuosa - lunga circa 65.000 chilometri - sommersa negli oceani Atlantico, Pacifico e Indiano. Al centro della montagna c'è una profonda valle, una sorta di enorme ferita, da cui fuoriescono continuamente materiali magmatici causati dall'attività interna del globo, che è incandescente. Ai margini degli oceani, soprattutto nel Pacifico, ci sono invece delle fosse in cui la crosta oceanica sprofonda, fondendosi e restituendo materiale al centro della Terra in un ciclo continuo. Questo eterno scambio crea degli spostamenti dei continenti appena percettibili, di pochi centimetri all'anno, ma con il passare dei millenni ha modificato la conformazione dei continenti in maniera consistente.

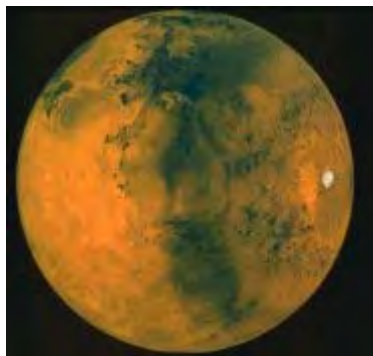
### **66) Com'è nata la vita sulla Terra?**

Alla base della vita che è nata sulla Terra ci sono due molecole: il DNA che contiene il codice, e RNA messaggero che lo trascrive e lo riproduce. Come queste due molecole si siano formate è tutt'oggi oggetto di controversie scientifiche. Una delle teorie più accreditate è quella del brodo primordiale per cui le condizioni della Terra, 4 miliardi di anni fa, erano tali da generare spontaneamente le prime macromolecole, gli acidi nucleici e le proteine. Da un punto di vista biologico ci sono state anche conferme di laboratorio per esempio attraverso l'esperimento di Miller che riprodusse in provetta l'atmosfera iniziale della terra: metano, idrogeno e ammoniaca. Con una scarica elettrica riuscì a generare delle molecole tra cui alcuni aminoacidi. La biologia, da Darwin in poi, ha studiato i processi evolutivi che permettono di spiegare come dalle prime molecole si siano successivamente formati organismi più complessi e sempre più

differenziati, sino alla comparsa dell'uomo. Tra le teorie alternative vale la pena di ricordare quella dell'astronomo Fred Hoyle, convinto che la vita, nell'universo, si formi negli spazi interstellari e che sia arrivata sulla Terra attraverso meteoriti. Hoyle è un fervido sostenitore della presenza di tracce di vita sulle comete che sono costituite da ghiaccio e carbonio e potrebbero effettivamente costituire la prova dell'esistenza di vita extraterrestre, anche se per ora non ci sono mai state conferme.

### **67) C'è vita in altri pianeti del sistema solare?**

Negli ultimi decenni, si è cominciato a cercare seriamente e in modo sistematico tracce di vita extraterrestre. Nel caso della Luna, di Venere e di Marte, le osservazioni compiute da veicoli orbitanti o scesi sulla superficie hanno fornito dati in modo molto dettagliato. Nessuna di queste missioni ha potuto fornire prove convincenti di vita extraterrestre, né indizi che facessero pensare alla sua esistenza. Se quindi attualmente la Terra continua ad essere l'unico mondo abitato a noi noto, non si può certo escludere che la vita possa essere esistita in alcune fasi evolutive di qualche pianeta, ad esempio su Marte.



Veduta di Marte, patria di molte leggende sui marziani

### **68) Come è fatto il Sole?**

Rispetto alle altre stelle il Sole è un astro di medie dimensioni, ma rispetto ai pianeti che orbitano intorno a lui è un vero gigante. Il suo diametro - di circa 1.400.000 chilometri - è più di 100 volte quello della Terra, mentre la sua massa è di 333.000 volte superiore. Il suo moto di rotazione su se stesso è di 27 giorni.

Contrariamente a quanto si pensa, il Sole non è quella palla gialla che siamo abituati a vedere, è più grande di circa 3 o 4 volte. Durante le eclissi, infatti, quando la Luna si interpone tra la Terra e l'astro, si può scorgere un alone di luce azzurrastra, la corona solare. Questa è misurabile attraverso uno strumento chiamato cromografo: si estende per più di 8 milioni di chilometri ed è una massa di materia incandescente, di forma irregolare, formata per lo più da elettroni. La corona non è visibile in condizioni normali perché è annullata dalla troppa luminosità. Penetrando all'interno del Sole, dopo la corona c'è la cromosfera, il guscio esterno, dove avvengono grandi movimenti. Si tratta di enormi protuberanze e colonne di gas incandescente che si estendono anche per 500.000 chilometri di altezza. Sotto la cromosfera si trova la fotosfera, un involucro gassoso di colore rosso brillante.

## 69) Come si osserva il Sole?

**Attenzione: non guardare mai il Sole con un binocolo od un telescopio senza filtri!**

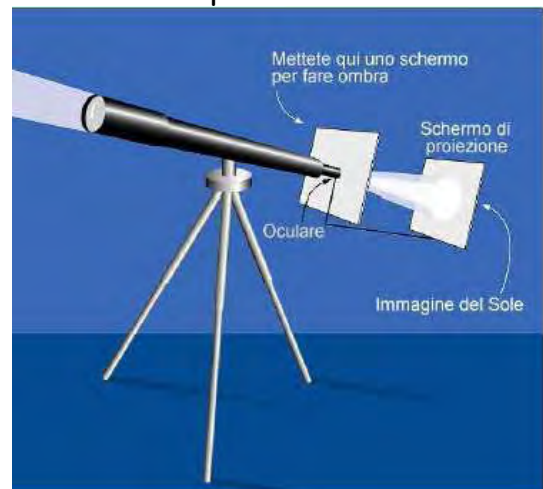
**Ti accecheresti!** Osservare il Sole senza un filtro adeguato causa danni permanenti e irreversibili alla vostra retina. Non osservate il Sole senza filtri adeguati! Accertatevi che il filtro sia adatto, che non abbia modo di rompersi o staccarsi durante l'osservazione e che sia completamente integro e senza fori!

Una buona precauzione per osservare il Sole consiste in un filtro cosiddetto "Astrosolar", una speciale pellicola che sembra un foglio d'alluminio, fissata bene all'imboccatura del telescopio in modo che non venga portata via dal vento o accidentalmente. Dato che l'Astrosolar viene venduto in fogli, dovete autocostruirvi un sistema di fissaggio. Il metodo più semplice ed economico necessita di un po' di cartoncino e del nastro adesivo. Tagliate una striscia di cartoncino un modo che fasci completamente la bocca del telescopio e avvolgeteci tutto intorno il nastro adesivo. Applicate l'Astrosolar e fissatelo nello stesso modo. Tagliate un'altra striscia di cartoncino e fermatela col nastro adesivo. Questa specie di tappo potrete applicarlo quando farete osservazione solare. Per evitare che voli via con una ventata o accidentalmente, bloccatelo con dei pezzetti di nastro adesivo.

I filtri che si avvitano all'oculare sono inadeguati, perché rischiano di rompersi con il riscaldamento dovuto all'intenso calore concentrato dal telescopio.



Il filtro Astrosolar applicato sul davanti



Il sistema a proiezione

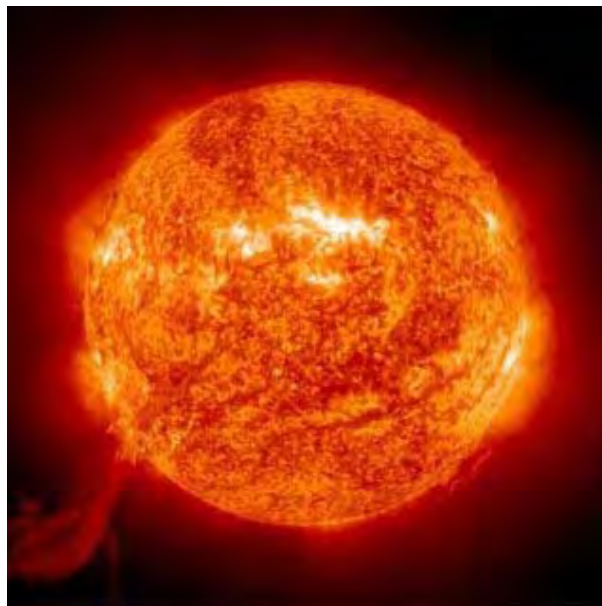
Un altro sistema è detto "a proiezione" e consiste nel proiettare l'immagine del Sole formata dal telescopio senza filtri su uno schermo bianco. E' sicuro per la vista perché non si guarda direttamente nel telescopio, ma può essere rischioso per il telescopio stesso e soprattutto per l'oculare, sottoposto ad un calore molto intenso. Lo schermo può essere anche un foglio di carta o cartoncino bianco. E' importante che lo schermo sia all'ombra, e che lo raggiunga direttamente solo la luce che viene dal telescopio. Per puntare il telescopio non si può usare il cercatore, che anzi andrà rimosso, a meno che non sia dotato di un filtro adatto. Ricordate che anche l'immagine prodotta dal cercatore può rovinarvi gli occhi! Un buon sistema, invece, è quello di osservare l'ombra del telescopio, e girarlo finché non diventa più piccola. Allora il tubo sarà puntato verso il Sole.

Con questi sistemi si possono osservare facilmente le macchie e i gruppi di macchie, quando sono presenti; le facole (zone più chiare) sono un po' più difficili; la

granulazione fine richiede un ottimo seeing (poca turbolenza atmosferica), ed è più facile osservarla con il filtro, che dà immagini più contrastate. Per osservare le protuberanze e la corona interna bisogna aspettare un'eclisse totale, oppure usare strumenti costosissimi come i filtri interferenziali e i coronografi.

## 70) Perché il Sole risplende?

Il Sole è costituito per l'80% da idrogeno, per il 19% da elio e per l'1% da tutti gli altri elementi chimici. Come tutte le stelle, si comporta come una gigantesca bomba H: ad alimentarlo non sono le reazioni chimiche ma quelle nucleari. Per l'enorme pressione interna, l'urto tra le particelle di idrogeno è di una tale intensità da innescare una fusione nucleare. L'idrogeno si trasforma in questo modo in elio, liberando una quantità spaventosa di energia. La temperatura superficiale è di circa 6.000 gradi, mentre quella interna raggiunge i 15 milioni. Questo meccanismo dura da 5 miliardi di anni ed è probabile che tenga in vita l'astro per altrettanto tempo. Poi come tutte le stelle, morirà. Come tutti gli astri il Sole, emette anche energia non visibile sotto forma di radiazioni infrarosse, ultraviolette, onde radio a raggi X e un flusso di particelle chiamato vento solare.



## 71) Cosa sono le macchie solari?

E' stato Galileo il primo a osservare le macchie solari, quelle chiazze oscure che si trovano sulla superficie del Sole. A quel tempo si riteneva che gli astri e i pianeti fossero delle sfere perfette e incorruttibili e si obiettò che non era possibile attribuire delle macchie al nostro astro, invocando come giustificazione la presenza di corpi celesti sconosciuti che si interponevano tra noi e la stella. Attraverso l'osservazione al telescopio, successivamente, si scoprì che le macchie erano proprio sulla superficie solare e, attraverso queste si scoprì che l'astro ruota su se stesso ogni 27 giorni. Nel 1801 l'astronomo Wilhelm Herschel avanzò la teoria che le macchie non fossero nubi, come qualcuno aveva ipotizzato, ma buchi nelle nubi. Le macchie, infatti, non sono altro che delle regioni più fredde della fotosfera, con una

temperatura di circa 4.500 gradi contro i 6.000 delle aree circostanti: la differenza di luminosità, per contrasto, le fa apparire scure.



Macchie solari

## 72) Cos'è un'eclissi?

L'eclissi è un oscuramento parziale o totale di un astro che avviene per l'interposizione di un corpo opaco o fra la sorgente luminosa e l'astro, o fra la sorgente luminosa e l'osservatore.

Quando la Terra si trova tra il Sole e la Luna, per esempio, si ha l'eclissi di Luna: la Terra fa ombra al suo satellite, che non può più brillare di luce riflessa.

L'eclissi di Sole si ha invece quando la Luna si pone davanti al Sole. Può essere totale se i centri dei tre assi di Sole, Luna e Terra, sono sulla stessa retta - e in tal caso la Luna nasconde interamente il Sole -, oppure parziale se il Sole viene oscurato soltanto in parte.



Eclissi parziale di Sole

Queste eclissi non avvengono tutti i mesi in quanto l'orbita della Terra attorno al Sole e quella della Luna attorno alla Terra non giacciono sullo stesso piano. Difatti le eclissi avvengono solo quando questi tre corpi stanno sul medesimo piano e ciò può avvenire per le eclissi lunari circa 7 volte l'anno. Siccome poi le dimensioni della Luna sono più piccole di quelle della Terra e così anche per l'ombra proiettata, le eclissi solari avvengono con una frequenza minore, essendocene in media 1,5 l'anno.

## 73) Come si distinguono i pianeti dalle stelle?

I pianeti si riconoscono perché hanno una luce più fissa e non tremolante come quella delle stelle. Infatti le stelle, essendo molto lontane, si vedono tutte puntiformi.

A causa della turbolenza dell'aria, la luce proveniente dagli astri nell'atmosfera, fa un percorso serpeggiante, non rettilineo, e per questo vediamo le stelle tremolare. Nel

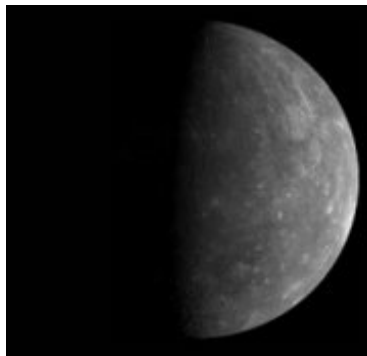


caso dei pianeti, invece, che per la loro vicinanza appaiono più grandi e non sono quindi puntiformi, le turbolenze influiscono in modo impercettibile e quindi la loro luce la vediamo ferma.

#### **74) Come è fatto Mercurio?**

Mercurio è il primo pianeta del sistema solare in ordine di distanza dal Sole. Si tratta di un pianeta di dimensioni modeste, con un diametro di circa 5.000 Km. (meno della metà di quello terrestre). Come la Terra, anche Mercurio possiede un nucleo molto pesante, probabilmente composto da ferro e nichel, mentre la superficie è composta da altre rocce più leggere ed è cosparsa da numerosi crateri, ben evidenti per la mancanza di un'atmosfera apprezzabile che possa attutire gli impatti meteorici o coprirne le tracce; per questo il suo aspetto ricorda da vicino quello della Luna.

Il suo nome deriva da quello dell'omonima divinità romana. E' sprovvisto di anelli e satelliti naturali, così come il pianeta Venere. E' difficile osservarlo dalla Terra perché è in una posizione che ci costringe sempre ad osservarlo abbagliati dal Sole. A seconda dei periodi dell'anno appare al mattino o alla sera, tanto che gli astronomi antichi avevano pensato che si trattassero di due pianeti diversi: Mercurio e Apollo.



Questo è Mercurio, il pianeta più vicino al Sole.

#### **75) Come è fatto il pianeta Venere?**

Il pianeta Venere è l'oggetto più brillante del cielo, dopo Sole e Luna, e appare al mattino e al tramonto, tanto che gli antichi l'avevano soprannominato "stella del mattino" e "stella della sera". E' il secondo pianeta in ordine di distanza dal Sole ed è anche il più vicino a noi. La luminosità di Venere non è dovuta solo alla sua vicinanza al Sole; il pianeta è ricoperto da una spessa coltre di nubi, che riflettono ben il 76 % della luce solare. Già le prime osservazioni al telescopio avevano rilevato la presenza di fitte nubi, suscitando immediatamente le fantasie che Venere, come la Terra, potesse essere abitata da esseri viventi. Le numerose informazioni raccolte dalle sonde che hanno esplorato il pianeta hanno mostrato che il pianeta è tutt'altro che abitabile. Infatti la sua atmosfera è composta per lo più di anidride carbonica e di acido solforico, un gas altamente tossico per gli esseri viventi. L'anidride carbonica è la maggiore responsabile dell'effetto serra: i raggi solari che giungono al suolo non riescono ad essere riflessi all'esterno. Parte di questa radiazione, quella infrarossa, resta intrappolata al di sotto delle nubi e riscalda il pianeta. Inoltre il pianeta è vicino al Sole e quindi riceve una maggior quantità di radiazione. Per questi motivi su Venere

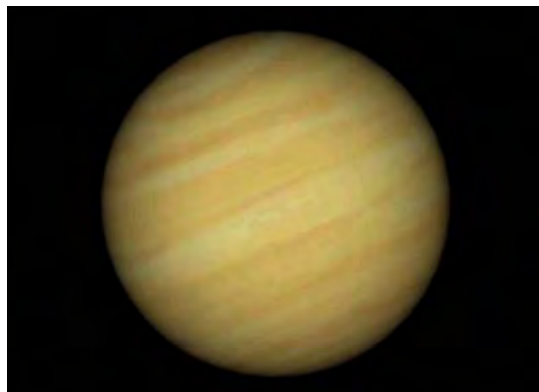
la temperatura raggiunge i 475 gradi centigradi: una temperatura così alta da poter fondere un metallo! Inoltre l'atmosfera è composta da elementi "pesanti", quindi la pressione atmosferica è molto alta. Essa raggiunge le 92 atmosfere al suolo, pari alla pressione che c'è a 900 metri di profondità in mare. Un astronauta che si trovasse sul pianeta verrebbe schiacciato immediatamente.

Venere ha dimensioni, massa e densità confrontabili con quelle terrestri, il moto di rotazione del pianeta avviene però in senso opposto a quello di tutti gli altri pianeti del sistema solare. Ciò significa che, se ci trovassimo su Venere, vedremmo sorgere il Sole ad Ovest e tramontare ad Est, al contrario che sulla Terra.

Venere non possiede né satelliti né anelli. Il pianeta si muove intorno al Sole lungo un'orbita quasi circolare, alla distanza di 108 milioni di chilometri; una rivoluzione completa dura 225 giorni terrestri.

Il suolo di Venere è una distesa desertica di roccia di colore giallo-rossastro, in gran parte pianeggiante. Tuttavia ci sono anche degli altipiani e alcune catene montuose, alte anche diverse migliaia di metri. Non esistono grossi crateri sul pianeta. Certamente anch'esso ha subito degli scontri con meteoriti, ma l'atmosfera ha attutito l'urto e ha eroso la superficie, cancellandone le tracce.

Gran parte della roccia su Venere è di origine vulcanica. Esistono infatti molti vulcani, alcuni dei quali ancora attivi. Si pensa che la struttura interna del pianeta sia simile a quella terrestre: un nucleo di materiale ferroso circondato da un mantello di roccia e una crosta esterna dello spessore di un centinaio di chilometri.



Venere

## **76) Come è stato esplorato Venere?**

Nel 1961 viene lanciata verso Venere dall'Unione Sovietica la sonda Venere 1 che non riesce a raggiungere l'obiettivo. La stessa sorte tocca, poco dopo anche alla sonda americana Mariner 1. L'anno successivo Mariner 2 si avvicina al pianeta e lo fotografa, mentre Venere 4 cerca di scendere sulla superficie ma si interrompono le trasmissioni. Nel 1972 Venere 8 atterra e resiste soltanto 50 minuti alle infernali condizioni atmosferiche venusiane. Nel 1974 il pianeta è sorvolato da Mariner 10 che, successivamente si dirige verso Mercurio. Nel 1975 Venere 9 e 10 scendono sul pianeta e ci inviano le prime foto della superficie. Nel 1978 gli americani inviano due sonde, Pioneer Venus 1 e 2, con lo scopo di ottenere una mappa del pianeta. Le prime foto a colori del suolo arrivano soltanto nel 1982 Venere 13 e 14.

## 77) Come è fatta la Terra?

La Terra ha una forma sferica leggermente schiacciata ai poli. Ha un diametro medio di 12.750 chilometri. Gira su se stessa in 23 ore e 56 minuti e descrive un'orbita intorno al Sole in 365 giorni, 6 ore e 9 minuti, percorrendo 940 milioni di chilometri alla velocità di 30 Km/sec.

L'atmosfera è costituita prevalentemente da azoto (78%) e ossigeno (21%), mentre il resto (1%) comprende una miscela di gas rari. Lo strato più prossimo alla crosta è la troposfera dove avvengono tutti i fenomeni atmosferici che conosciamo. Sopra si trova la stratosfera, spessa 40 chilometri, che comprende una fascia di ozono che ripara la Terra dalle radiazioni ultraviolette provenienti dal Sole. Più in alto si incontrano la ionosfera, la mesosfera, la termosfera e la esosfera in cui l'aria è sempre più rarefatta.

Il centro del nostro pianeta, a 6.375 chilometri dalla crosta, è un nucleo molto denso, formato prevalentemente da ferro e nichel allo stato liquido, con una temperatura che si aggira sui 4.000 gradi. Risalendo verso la superficie, la temperatura diminuisce e il nucleo esterno diventa solido. Sopra il nucleo c'è il mantello, che si estende per circa 3.000 chilometri ed è formato da rocce ricche di silicio, magnesio e ferro. Tra il mantello e la crosta si trova una zona detta litosfera che è suddivisa in una serie di zolle in movimento, che causano il lento spostamento dei continenti. Caratteristica della crosta terrestre è la presenza dei mari, che coprono circa il 70% della superficie del pianeta e, per effetto dell'attrazione di Sole e Luna, sono soggetti al fenomeno delle maree. I mari sono attraversati da enormi masse d'acqua, le correnti, di vitale importanza per il clima e la vita, come la corrente del Golfo.

Un'altra caratteristica della Terra è la presenza di un campo magnetico. Il nostro pianeta si comporta infatti come un'enorme calamita i cui poli magnetici corrispondono approssimativamente a quelli del Polo Nord e Sud. La causa di questo fenomeno è da ricercarsi nel flusso di calore del nucleo fuso che produce correnti elettriche analoghe a quelle di un elettrocalamita.



Questa è la Terra vista dallo spazio!  
Anche la Terra è un pianeta come gli altri...

## 78) Come è fatta la Luna?

La Luna è un satellite che gira intorno alla Terra in circa 27 giorni. Nel percorrere la sua orbita ci mostra sempre la stessa faccia poiché la rotazione intorno al proprio asse e la rivoluzione intorno alla Terra hanno lo stesso tempo.

Ha un diametro di 3.474 chilometri e una massa che è di 1/81 quella terrestre. La sua gravità è molto bassa: un grave che sulla Terra pesa un chilogrammo sulla Luna pesa soltanto 164 grammi.

Il paesaggio lunare si presenta con i caratteristici mari, così chiamati perché sono superfici levigate e scure che sembrano liquidi, probabilmente derivati da antiche eruzioni vulcaniche. I monti sono molto alti rispetto a quelli terrestri, perché manca l'erosione. La superficie è cosparsa di innumerevoli crateri di dimensioni che vanno dagli 800 chilometri di diametro del Bacino Orientale ai pochi centimetri. I segni di quelle collisioni, sulla Luna sono rimasti inalterati. Da un punto di vista geologico, infatti, il nostro satellite è un corpo completamente morto. Non c'è né acqua né atmosfera che possono modificarne la superficie. Per quanto riguarda la sua formazione, in passato si riteneva che la Luna si fosse staccata dalla Terra oppure che fosse un corpo vagante venuto da lontano rimasto imprigionato nell'orbita terrestre. Oggi sappiamo invece che la formazione del nostro satellite è sicuramente avvenuta in una regione cosmica non lontana dalla nostra, probabilmente in un'orbita simile all'attuale.



## **79) Come è stata esplorata la Luna?**

La Luna è stata oggetto del più accurato programma spaziale per l'esplorazione di un corpo extraterrestre. La prima esplorazione del nostro satellite avvenne con il razzo sovietico Lunik 1. Poco dopo, il Lunik 2 fu la prima sonda a toccare il suolo lunare, nel 1959, infrangendosi sul pianeta e lasciandovi gli emblemi nazionali. Nello stesso anno il Lunik 3, fotografò per la prima volta la faccia nascosta del satellite, che ci rivolge sempre la stessa parte. Nel 1964 la sonda americana Ranger 7, partita da Cape Canaveral, in Florida, scatta e trasmette una serie di fotografie del suolo lunare. Intanto si cominciava a studiare l'atterraggio dolce. Nel 1966 si compiono i primi atterraggi morbidi con la sonda sovietica Lunik 9 e quella americana Surveyor 1 che invia le foto ravvicinate del suolo rivelando che è abbastanza solido per atterrarvi. Successivamente l'Unione Sovietica invia altre sonde che prelevano dei campioni di roccia e che sbarcano due veicoli semoventi, Lunokhod 1 e 2, che percorrono alcuni chilometri riprendendo il paesaggio con una telecamera.

Lo sbarco dei primi esseri umani spetta però agli americani che, con il programma Apollo, in un arco di tempo di circa tre anni e mezzo, hanno inviato 12 astronauti sul nostro satellite. Il celebre sbarco di Armstrong e Aldrin è avvenuto nel 1969. Nelle missioni successive sono state prelevate discrete quantità di rocce lunari.

## 80) Perché la Luna e alcuni pianeti hanno i crateri?

La superficie della Luna, come quella di Mercurio e altri pianeti, è cosparsa di crateri. A parte i crateri di origine vulcanica, gli altri sono la testimonianza di miriadi di collisioni di meteoriti e di corpi celesti. Quattro miliardi e mezzo di anni fa, subito dopo la formazione del sistema solare, infatti, per circa 500.000 anni, numerosi frammenti di materia e corpi celesti vaganti, sono precipitati sulla superficie dei pianeti del nostro sistema causando le cicatrici che ancora oggi possiamo vedere. Sulla Terra queste ferite si sono però rimarginate sia causa dell'intensa attività geologica che provoca un lento ma inesorabile spostamento dei continenti, sia a causa dell'atmosfera che con vento e pioggia determina il fenomeno dell'erosione. Al contrario sulla Luna e su altri pianeti mancano completamente queste condizioni e i lividi accumulati nel corso degli anni sono rimasti invariati.



Crateri sulla superficie lunare

## 81) Cosa sono le fasi lunari?

La Luna compie una rotazione su se stessa, intorno al proprio asse, e una rivoluzione intorno alla Terra che a sua volta gira intorno al Sole. Vista dal nostro pianeta, come il Sole ed altri astri, compie un movimento apparente, perché è in realtà dovuto alla rotazione della Terra. Questo moto apparente determina il giorno lunare.

Il nostro satellite è un corpo opaco e, come la Terra, ha sempre un emisfero illuminato dal Sole. Poiché il tempo di rotazione è pari a quello di rivoluzione, ci mostra sempre la stessa faccia, ora illuminata - completamente o in parte -, ora invisibile. I diversi aspetti con cui la Luna ci appare sono detti fasi. La lunazione si divide in 4 fasi di circa una settimana: novilunio, primo quarto, plenilunio, ultimo quarto. Il novilunio segna l'inizio del mese lunare e si ha quando la Luna si trova tra la Terra e il Sole. In questa fase è invisibile perché ci mostra la parte oscura. Si può vedere invece di giorno, illuminata dalla luce riflessa dalla Terra. Dopo circa 7 giorni e mezzo si ha il primo quarto, dopo altri 7 giorni il plenilunio e così via.

## 82) Perché l'anno ha 365 giorni?

Le unità fondamentali che sin dall'antichità si sono utilizzate per la misurazione del tempo, sono il giorno e l'anno. Il primo corrisponde al moto di rotazione della Terra su se stessa e il secondo a quello di rivoluzione intorno al Sole. Il nostro calendario si basa su queste unità con una certa approssimazione. L'anno solare, infatti, che precisamente corrisponde al periodo di tempo compreso tra due passaggi successivi del Sole all'equinozio di primavera, dura esattamente 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46

secondi. Per comodità pratica, l'anno è stato perciò diviso in 365 giorni e ogni 4 anni, per recuperare le circa 6 ore tralasciate, abbiamo l'anno bisestile di 366 giorni.

### **83) Perché la Luna piena appare più grande quando è vicino all'orizzonte?**

Questo fenomeno sembra così evidente che si è portati a cercare una spiegazione di tipo oggettivo, ricorrendo, per esempio, a qualche *ipotetico* effetto lente dovuto all'atmosfera terrestre. In realtà basta confrontare due fotografie della Luna nelle due posizioni per verificare che non vi è differenza apprezzabile. L'effetto è pertanto una illusione ottica. In effetti, il diametro verticale apparente della Luna è un pò minore all'orizzonte che in altre posizioni a seguito della rifrazione atmosferica. Misure precise su quello orizzontale hanno mostrato che in media questo è minore dell'1,7% in quanto, in tale situazione, ci si trova più lontani dalla Luna di un tratto pari ad un raggio terrestre, rispetto a quando essa appare alta nel cielo. L'effetto è invece di origine psicologica, dovuto essenzialmente al fatto che ognuno di noi opera automaticamente, e quindi molto spesso inconsapevolmente, dei confronti sulle dimensioni apparenti tra oggetti vicini per valutare la loro distanza relativa. Tali valutazioni provengono da un rapido confronto più o meno inconsapevole, tra informazioni precedentemente acquisite e conservate nella memoria. Da ciò derivano molte valutazioni errate, chiamate comunemente illusioni ottiche.

### **84) Come è fatto Marte?**

Marte è il quarto pianeta del sistema solare in ordine di distanza dal Sole e l'ultimo dei pianeti di tipo terrestre, dopo Mercurio, Venere e la Terra. Dista dalla Terra 55 milioni di chilometri, quando si trova nella posizione più vicina.

È soprannominato il "pianeta rosso", a causa del suo colore caratteristico dovuto alle grandi quantità di ossido di ferro che lo ricoprono. Attorno a Marte orbitano due satelliti naturali, Phobos e Deimos, di piccole dimensioni e dalla forma irregolare, probabilmente due asteroidi catturati dal suo campo gravitazionale.

Pur presentando un'atmosfera molto rarefatta e temperature medie superficiali piuttosto basse (tra -140 °C e 20 °C), è, tra i pianeti del sistema solare, quello più simile alla Terra: infatti, nonostante le sue dimensioni siano intermedie fra quelle del nostro pianeta e della Luna (il diametro è circa la metà di quello della Terra e la massa poco più di un decimo), presenta inclinazione dell'asse di rotazione e durata del giorno simili a quelle terrestri; inoltre la sua superficie presenta formazioni vulcaniche, valli, calotte polari e deserti sabbiosi, oltre a formazioni geologiche che suggeriscono la presenza, in un lontano passato, di un'idrosfera.

Nel 1877, l'astronomo italiano Schiaparelli, notò sulla sua superficie una serie di solchi che chiamò "canali". Questo termine fu tradotto in inglese con il termine "canal", relativo a una costruzione artificiale, il che alimentò le fantasie sull'ipotetica esistenza dei marziani. A conferma di questa supposizione c'era anche il fatto che sul pianeta, in certi periodi, compaiono ai poli delle calotte di ghiaccio, che indicano la presenza di acqua. Negli anni '50 la psicosi dei marziani, soprattutto negli Stati Uniti, era un fenomeno sociale abbastanza diffuso.

Nel 1965 la sonda americana Mariner 4 si è per la prima volta avvicinata a Marte inviando fotografie e scoprendo una superficie desolata e piena di crateri. Nel 1972 Mariner 9 ha raggiunto il pianeta. Le immagini inviate hanno rivelato la presenza di vulcani di proporzioni gigantesche, come il monte Olympus, alto 17.000 metri, con un diametro di 500 chilometri, e il grande Canyon, profondo 6.000 metri e lungo 5.000 chilometri. Questo enorme solco farebbe ipotizzare che sul pianeta un tempo erano presenti dei fiumi. L'acqua, successivamente, potrebbe essere scomparsa nel sottosuolo e ritirata nelle calotte polari. L'atmosfera, invece, a causa della scarsa gravità, probabilmente non fu trattenuta a lungo e la maggior parte dei gas si devono essere dispersi nello spazio.



La superficie di Marte

### **85) Come è stato esplorato Marte?**

Dopo il fallimento delle missioni Mars 1 dei sovietici, e Mariner 3 degli americani, nel 1965 Mariner 4 si è avvicinata al pianeta rosso scattando le prime fotografie. Le sonde Mariner 6 e 7, nello stesso anno, ci hanno inviato altre immagini. Nel 1972, mentre Mariner 8 fallisce, Mariner 9 entra nell'orbita marziana ma le foto della superficie non mostrano nulla. E' in atto una tremenda tempesta di sabbia che oscura tutto il pianeta. Finalmente, dopo più di un mese, la tempesta si placa e vengono scattate oltre 7.000 fotografie. Nel 1976 è la volta delle missioni Viking 1 e 2 che prevedono la discesa di due moduli sul pianeta i Lander. Questi moduli sono dei veri e propri robot-laboratorio in grado con le loro braccia meccaniche di prelevare campioni del suolo e analizzarli direttamente dal punto di vista chimico e biologico. Contemporaneamente una telecamera riprendeva il suolo a distanza ravvicinata.

### **86) Come è fatto Giove?**

Giove è il più grande pianeta del sistema solare, ha un diametro di circa 143.000 chilometri, 11 volte più grosso della Terra e, se fosse una sfera vuota, potrebbe contenere il nostro pianeta 1316 volte. Nonostante le dimensioni, il suo moto di rotazione avviene in meno di 10 ore. E' un pianeta gassoso, costituito per lo più da idrogeno ed elio, e si può considerare una stella mancata: se la sua massa fosse stata maggiore, si sarebbe sicuramente trasformato in un Sole. Caratteristica del pianeta è la cosiddetta Grande Macchia Rossa, osservata per la prima volta nel 1665. Si tratta di una specie di gigantesco uragano con enormi vortici di nubi e di gas.

Come Saturno e Urano, anche Giove è circondato da un sottile anello costituito di frammenti rocciosi di colore rossastro, invisibile dalla Terra, che potrebbe risalire all'epoca di formazione del pianeta, oppure potrebbe testimoniare la disintegrazione di un corpo celeste catturato dal fortissimo campo gravitazionale del pianeta.

Attorno a Giove ruotano almeno 63 satelliti. I più grandi e visibili anche con un telescopio amatoriale sono: Io, Europa, Ganimede e Callisto. Fu Galileo, nel 1610, il primo a scoprire che il pianeta possedeva 4 satelliti, battezzati pianeti medicei in onore di Cosimo II de' Medici. Altri satelliti, sono stati scoperti dalle sonde inviate con le missioni Pioneer e Voyager negli anni '70 e altri ancora dopo il 1999 con strumenti molto sensibili.



Questo è Giove, il pianeta più grande del Sistema Solare.

### **87) Come è stato esplorato Giove?**

La prima sonda ad avvicinarsi al gigantesco pianeta è stata Pioneer 10 nel 1973, dopo circa 20 mesi di viaggio, passando a 130.000 chilometri dalla superficie. Nel 1974 arriva anche Pioneer 11. Ma è alle sonde Voyager 1 e 2, passate vicino al pianeta nel 1979, che si deve la maggior parte delle informazioni e delle foto che possediamo.

### **88) Quali sono i satelliti di Giove?**

Dopo che Galileo, nel 1609, riuscì a osservare per la prima volta le quattro stelle medicee, le lune di Giove si sono moltiplicate con il passaggio delle sonde Voyager e dalle osservazioni successive. Oggi sappiamo che sono almeno 63. I quattro satelliti principali, però, sono gli unici ad essersi formati insieme al pianeta, mentre gli altri sono probabilmente finiti nel campo d'attrazione in un secondo tempo.

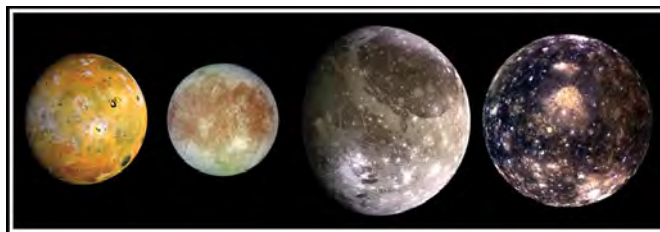
Callisto ha un diametro di quasi 5.000 chilometri ed è ricoperto da crateri. Sulla sua superficie è presente una regione chiamata Walhalla che consiste in una serie di cerchi concentrici luminosi. Probabilmente è il risultato di un antico impatto con un gigantesco meteorite che deve aver fatto fondere la crosta ghiacciata provocando una sorta di piccolo mare semifluido, di cui oggi sono visibili i resti ghiacciati.

Ganimede è il satellite più grande del sistema solare, con un diametro di oltre 5.000 chilometri. La sua superficie è caratterizzata dalla presenza di una complessa rete di solchi. Sul pianeta è inoltre presente una macchia scura di notevoli dimensioni che potrebbe essere la traccia di un'antica collisione con un enorme meteorite.

Europa ha un diametro di circa 600.000 chilometri e ha una superficie coperta di ghiaccio, liscia e priva di crateri.



Io è l'unico satellite del sistema solare che possiede dei vulcani attivi che eruttano lava sulla superficie. Ha un diametro di circa 3.500 chilometri.



I satelliti principali di Giove

### 89) Quali sono i pianeti con gli anelli?

Il sistema d'anelli che circonda Saturno rappresenta uno spettacolo molto affascinante. Un tempo ne erano stati individuati tre, poi sono diventati cinque, infine, con il passaggio delle sonde Voyager si è scoperto che ne possiede migliaia. Sono costituiti da particelle di materia che orbitano intorno al pianeta, in certi punti più addensate in altri più rarefatte, e formano migliaia di sottilissime strisce. Ma Saturno non è il solo pianeta che possiede questo meraviglioso fenomeno. Le sonde Voyager, poco prima, avevano scoperto che anche Giove è circondato da un sottilissimo anello, invisibile dalla Terra. Proseguendo il suo viaggio, Voyager 2 ha poi portato alla conferma che anche Urano e Nettuno possiedono numerosi anelli e Plutone ne ha tre.

### 90) Come è fatto Saturno?

Saturno è un pianeta affascinante, circondato da migliaia di sottili anelli. È considerato il fratello minore di Giove a cui assomiglia per le gigantesche dimensioni e per la composizione gassosa, costituita prevalentemente da idrogeno ed elio. Compie una rivoluzione su se stesso in meno di 11 ore e impiega quasi 30 anni a compiere la sua rivoluzione intorno al Sole. Galileo, nel 1610, aveva notato che il pianeta possedeva delle strane escrescenze. Nel 1655, l'astronomo olandese Huygens scoprì che era circondato da anelli e individuò la presenza di un satellite, Titano. Successivamente, le sonde Voyager 1 e 2, nel 1980 e 1981, si avvicinarono al pianeta inviando migliaia di fotografie e rivelando la presenza di migliaia di sottilissimi anelli che formano un disco più o meno continuo di materia. Nel cielo di Saturno orbitano numerosi satelliti, almeno 60, tra cui Titano, la cui superficie è probabilmente coperta di metano liquido, è uno dei maggiori insieme a Rea, Giapeto, Dione, Teti, Febo, Iperione, Encelado e Mimas.



Questo è Saturno, ed è famoso per i suoi bellissimi anelli.

## 91) Come è stato esplorato Saturno?

La prima sonda ad avvicinarsi a Saturno è stata Pioneer 11 nel 1979, dopo aver sorvolato qualche anno prima i cieli di Giove. Successivamente, anche le sonde Voyager 1 e 2, rispettivamente nel 1980 e 1981, dopo un viaggio di 4 anni e dopo essere passate intorno a Giove, hanno raggiunto Saturno, scoprendo un complesso sistema di anelli e rivelando la presenza di nuovi satelliti. Mentre Voyager 2 ha poi continuato la sua missione, i tecnici della NASA hanno deciso di deviare Voyager 1 su Titano, il più grosso dei satelliti di Saturno. Così la sonda ha perso la possibilità di sfruttare l'orbita di Saturno per proseguire il suo viaggio di esplorazione del sistema solare.

## 92) Quali sono i satelliti di Saturno?

Il passaggio delle sonde Voyager attorno a Saturno ha rivelato la presenza di ben 17 satelliti, sette in più di quelli allora conosciuti. Il più grosso, Titano, fu scoperto dall'astronomo olandese Huygens nel 1655 e ha un diametro di circa 5.000 chilometri, contro i 30 del più piccolo: 1980S28. Tra le altre lune si possono ricordare Titano, Febo, Giapeto, Iperione, Rea, Dione, Teti, Encelado e Mimas. Tutti i satelliti, tranne Febo hanno il periodo di rotazione uguale a quello di rivoluzione con il risultato di mostrare sempre la stessa faccia a Saturno. Tutti tranne Febo e Giapeto, inoltre, hanno un'orbita circolare attorno al piano equatoriale del pianeta. Quasi nessuno possiede un'atmosfera, tranne Titano.



I satelliti di Saturno

## 93) Come è fatto Titano?

Titano è una gigantesca luna che orbita intorno a Saturno. Con un diametro di oltre 5.000 chilometri, è il secondo satellite più grosso del sistema solare dopo Ganimede. Visto al telescopio sembra ancora più grosso perché possiede una vasta atmosfera molto fitta. Caso unico nel sistema solare, la sua superficie è interamente ricoperta da uno strato liquido. Per comprendere la sua composizione, la NASA ha deciso di deviare la rotta della sonda Voyager 1 e di dirigerla verso Titano invece di farla proseguire nell'esplorazione del sistema solare. Nel 1980 la sonda è passata vicino al satellite, ma la fitta atmosfera non ha consentito di osservarne la superficie. Probabilmente è

molto fredda, circa  $-180^{\circ}$ , ed è composta da metano allo stato liquido che genera nubi con precipitazioni.



Titano

#### **94) Come è fatto Urano?**

Urano si presenta come un globo azzurro omogeneo con un'atmosfera probabilmente composta in prevalenza da elio e idrogeno. La sua superficie ha una temperatura molto fredda, di circa  $185^{\circ}$  gradi sotto lo zero. Con un diametro di 50.700 chilometri, è il terzo pianeta del sistema solare per grandezza. E' molto lontano dalla Terra e per questo motivo gli antichi non ne conoscevano l'esistenza.

Fu individuato nel 1781 dal tedesco Herschel che inizialmente lo aveva scambiato per una cometa. La sua orbita è infatti molto ampia e, dopo essere stata calcolata, ha dimostrato che le dimensioni del sistema solare dovevano essere circa il doppio di quelle un tempo supposte. Il periodo di rivoluzione intorno al Sole di Urano è di 84 anni. Una particolarità è rappresentata dal fatto che il moto di rotazione su se stesso del pianeta non è perpendicolare al piano dell'orbita, per questo il giorno e la notte si alternano ogni 42 anni. I dati inviati dalla sonda Voyager hanno mostrato che il pianeta è circondato da numerosi anelli e che possiede almeno 27 satelliti tra cui Oberon, Titania, Umbriel, Ariel e Miranda.



Questo è Urano, un pianeta di colore azzurro.

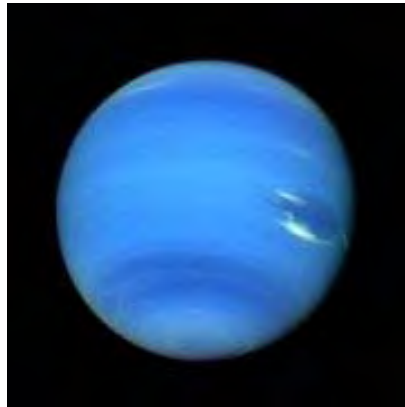
#### **95) Come è fatto Nettuno?**

Nettuno, come Giove o Saturno, è un gigante gassoso, con un diametro di quasi 50.000 chilometri - 4 volte quello della Terra - e un periodo di rivoluzione intorno al Sole di 165 anni.

Si presenta come un piccolo dischetto verde-bluastro, ma è lontanissimo dalla Terra ed è visibile soltanto con un potente telescopio.

Si ritiene che le sue caratteristiche siano simili a quelle di Saturno e di Urano, con una composizione gassosa di idrogeno, elio e metano. Possiede degli anelli e un sistema di

13 satelliti. Nereide, piccolissimo, ha un diametro di appena 340 chilometri e la sua orbita è molto particolare: segue una traiettoria ellittica molto allungata, per cui la sua distanza da Nettuno varia dal milione e mezzo di chilometri, quando gli è vicino, ai 10 milioni di chilometri, nel punto di massima distanza, con una rivoluzione che dura circa 360 giorni. Tritone, invece, è un satellite molto grosso. Ha un diametro di 2.700 chilometri e impiega 6 giorni per completare il suo moto di rivoluzione. Caso unico tra tutti i satelliti del sistema solare, la direzione della sua orbita avviene in senso contrario a quella della rotazione del pianeta. Gli altri sei satelliti sono stati scoperti soltanto nel 1989 dalla sonda Voyager 2, che ha anche confermato la presenza degli anelli, sui quali prima esistevano molti dubbi.



Questo è Nettuno, somiglia a Urano ma è più lontano dal Sole.

### **96) Come è fatto Plutone?**

Posto ai confini del nostro sistema solare, Plutone è un pianeta nano che dista ben 6 miliardi di chilometri dal Sole e la sua temperatura è perciò bassissima, probabilmente abbastanza vicina allo zero assoluto. Si ritiene che la sua superficie sia ricoperta da uno strato di metano ghiacciato. La sua rivoluzione intorno al Sole avviene in 248 anni. Nel 1978, dall'analisi comparata di alcune fotografie, si è scoperto che Plutone non si presentava come una sfera perfetta, ma con una forma leggermente allungata, il che faceva ipotizzare la presenza di un satellite. Successivamente questo satellite è stato individuato, si chiama Caronte e rispetto al pianeta intorno al quale orbita è enorme: ha un diametro di circa 1.300 chilometri contro i più di 2.300 di Plutone e gli orbita vicinissimo, a una distanza di soli 20.000 chilometri.



E infine questo è Plutone, un pianeta nano.

## 97) Cosa sono gli asteroidi?

Gli asteroidi sono dei corpi che gravitano nello spazio, di dimensioni molto piccole rispetto a pianeti e satelliti. Nella zona compresa tra l'orbita di Marte e quella di Giove se ne contano alcune decine di migliaia. Il più grosso è Cerere che ha un diametro di oltre 900 chilometri, ma solitamente le dimensioni degli asteroidi sono comprese tra qualche metro e qualche chilometro. La forma di questi oggetti è spesso irregolare e, presumibilmente, i più grossi hanno una superficie con numerosi crateri. La loro concentrazione nella zona tra Marte e Giove si può forse spiegare con il fatto che, durante la formazione del sistema solare, la materia vicina a Giove, per effetto dell'enorme gravità del gigante gassoso, non si è potuta aggregare per formare un decimo pianeta, e si è dispersa.

Quotidianamente alcuni asteroidi precipitano nella nostra atmosfera generando il fenomeno delle meteore luminose. Non di rado qualcuno, invece di disintegrarsi, giunge sulla Terra. La maggior parte dei meteoriti rinvenuti è di materia rocciosa e di piccole dimensioni. Tra i più grossi mai pervenuti si può ricordare quello di 60 tonnellate caduto in Namibia nel 1920 e quello di 30 tonnellate conservato al museo di Storia Naturale di New York.

La probabilità che un meteorite colpisca la Terra causando ingenti danni è lievissima. Vi fu un periodo, tuttavia, 4 miliardi e mezzo di anni fa, quando il sistema solare era in via di formazione, in cui per circa 500.000 anni una frequente pioggia di meteoriti segnò la superficie di tutti i pianeti, formando numerosi crateri visibili ancor oggi per esempio sulla Luna. Per quanto riguarda il nostro pianeta, una recente scoperta ha mostrato che 65 milioni di anni fa, alla fine del Cretaceo, a determinare la scomparsa dei dinosauri, è stato proprio un gigantesco asteroide precipitato nella zona del golfo del Messico, dove sono visibili le tracce geologiche. L'impatto è stato così violento da oscurare il cielo per alcuni anni, determinando a una variazione climatica che ha sconvolto l'intero equilibrio climatico e biologico.



Immagine di un asteroide ripreso da una sonda spaziale

## 98) Cosa sono le comete?

Le comete sono uno dei fenomeni celesti più affascinanti che da sempre ha suscitato l'interesse dell'uomo. Le loro saltuarie apparizioni, tra gli antichi, sono state caricate di significati astrologici spesso funesti.

In realtà le comete sono dei piccoli frammenti di roccia e ghiaccio con un diametro variabile tra il chilometro e i 100 chilometri.

Questi oggetti descrivono delle orbite fortemente eccentriche intorno al Sole, compiendo una rivoluzione in periodi estremamente lunghi - anche di secoli - percorrendo perciò distanze enormi. Quando si avvicinano al Sole, il ghiaccio si scioglie e forma delle nubi gassose che si spargono anche per milioni di chilometri: la cometa si "accende" e lo spettacolo celeste comincia. La scia in parte è causata dall'illuminazione del Sole, in parte brilla di luce propria per l'effetto dei gas ionizzati che ne fanno una sorta di gigantesco neon. La coda è spinta dal vento solare, infatti, quando la cometa si avvicina al nostro astro, segue il nucleo, mentre quando se ne allontana lo precede.

Poiché il nucleo delle comete contiene carbonio e ghiaccio è stato ipotizzato che possano contenere dei fossili di vita extraterrestre, anche se non ci sono mai state conferme. L'astronomo Fred Hoyle, tuttavia, è uno dei più convinti sostenitori di questa tesi e crede anzi che la nascita della vita non sia avvenuta sulla Terra, ma sia un evento che avviene spontaneamente nelle regioni interstellari e che proprio attraverso le comete viaggia per lo spazio.



Un passaggio della cometa di Halley

## 99) Cosa sono le stelle cadenti?

La fantasia popolare le ha definite "stelle che cadono", ma il termine è quanto mai scorretto: in realtà sono meteore. Le scie luminose che vediamo nel cielo non possono essere "stelle" in caduta libera, poiché le stelle - come il nostro Sole del resto - sono corpi enormi e caldissimi, composti principalmente da idrogeno ed elio, che terminano le loro lunghissime vite (miliardi di anni) esplodendo o spegnendosi in modo più o meno burrascoso. E' vero che osservando questo fenomeno ci viene subito in mente una "stella morente", e forse è proprio per questo che gli uomini vorrebbero che portasse con sé, nel suo ultimo viaggio, un desiderio da lasciare chissà dove.

Le stelle cadenti si possono osservare durante tutto l'anno con una media di circa una per ogni quarto d'ora, purché ci si trovi sotto un cielo buio e pulito, come ormai è difficile trovare, persino in alta montagna, a causa del cattivo uso dell'illuminazione notturna che spesso disperde verso l'alto la maggior parte della propria luce (come nel

caso delle illuminazioni a globo) rischiarando il cielo, non la terra, con enorme spreco energetico.

È un fenomeno più visibile in alcuni periodi dell'anno, in particolare nella notte di S. Lorenzo, il 10 agosto. Osservando attentamente già nella sera del 10 Agosto, giorno di S. Lorenzo, è possibile scorgere qualche meteora, ma il massimo della loro visibilità è nelle notti del 12 e del 13 Agosto. Vi è stato infatti un progressivo slittamento della data del massimo di questo sciame, dell'ordine di circa un giorno e mezzo per secolo dovuto alla "precessione degli equinozi", cioè alla lentissima rotazione dell'asse di rotazione terrestre nello spazio.

Per osservare le stelle cadenti non sono necessari i telescopi. Basta una buona vista, una comoda sdraio, un cielo buio e limpido e tanta pazienza.

Non si tratta di stelle che cadono, come si riteneva in passato, ma del fenomeno delle meteore luminose. Sono dei piccoli corpi celesti che, penetrando nell'atmosfera terrestre a una velocità di circa 90 chilometri al secondo, s'incendono a causa del forte attrito determinando scie luminose. In certi periodi la Terra attraversa una zona del sistema solare dove questi corpi sono particolarmente concentrati.

Le due "piogge" più importanti sono, le cosiddette "Perseidi" nel mese di Agosto e quella novembrina delle "Leonidi", che negli ultimi anni ci ha regalato nottate di vera emozione.

Il nome delle "piogge" viene attribuito dalla costellazione dalla quale le meteore sembrano provenire; pertanto la "pioggia di San Lorenzo", che sembra provenire dalla costellazione del Perseo, è stata chiamata pioggia delle Perseidi, quella novembrina si chiama "delle Leonidi" poiché sembra provenire dalla costellazione del Leone.

Si distinguono due tipi di meteore luminose: le stelle cadenti o filanti che attraversano il cielo e si disintegrano senza lasciare traccia e i bolidi che si presentano come globi di fuoco che si lasciano dietro una scia luminosa e spesso esplodono con fragore frantumandosi in meteore minori, i cosiddetti meteoriti, che talvolta precipitano sulla Terra lasciando solchi anche molto profondi.

### **100) Cosa sono i meteoriti?**

Con questo termine si designano frammenti di corpi celesti, in genere più grandi di 30 m, che riescono ad attraversare l'atmosfera e raggiungono la superficie terrestre.

In passato il nostro Pianeta fu colpito più volte da questi oggetti, che hanno lasciato tracce assai vistose soprattutto in aree desertiche o nelle regioni polari. Spesso aprono crateri di notevoli dimensioni e profondità come quello riportato qui sotto.



Anche se la maggior parte dei meteoriti sono di piccole dimensioni, talvolta ne sono precipitati di molto grossi come quello di 60 tonnellate caduta in Namibia nel 1920 e quello di 30 conservato a New York.



Meteorite

- 
- Per un viaggio nel Cosmo e fino ai confini dell'Universo
  - Per visionare bellissime foto con il "Telescopio Virtuale"
  - Per vedere interessanti video didattici
  - Per tante altre informazioni in campo astronomico
  - Per metterti alla prova con i Quiz di Astronomia

visita il sito del Gruppo Astronomico Castelfiorentino:

[www.astrocast.it](http://www.astrocast.it)

e iscriviti alla "Newsletter": sarai avvisato così via e-mail e/o SMS di tutte le iniziative ed osservazioni pubbliche del Gruppo.

---