

STORIA DELL'ASTRONOMIA

L'astronomia è la scienza che studia, sotto molteplici aspetti, i corpi celesti e le sue origini si confondono con quelle della civiltà e della religione.

E' stata la prima fra le discipline che studiano la natura a raggiungere la dignità di scienza e a progredire continuamente, coinvolgendo nel suo sviluppo anche altre scienze esatte, come per esempio la geometria.

Il cielo stellato ha richiamato l'attenzione già dell'uomo primitivo e il ripetersi di certi fenomeni naturali gli ha permesso di fare previsioni sempre più precise e importanti riguardanti le fasi lunari, la durata della notte, l'avvicinarsi delle stagioni e perfino le eclissi di luna e anche di sole.

In questa fase prescientifica l'astronomia conobbe uno sviluppo diversificato in vari luoghi, condizionato senz'altro dall'ambiente, e si arricchì di osservazioni che sono servite come riferimento e base per tutti quelli che hanno rivolto la loro attenzione al cielo e a tutti i fenomeni naturali in stretto rapporto con i corpi celesti.

Infatti l'uomo guardava le stelle che sono visibili ad occhio nudo, nel tentativo di dare una spiegazione ai fenomeni naturali importanti per la sua vita.

L'astronomia nacque perché gli uomini antichi pensavano che ogni stella fosse abitata da un dio diverso e che ogni singolo dio influisse direttamente sulla loro vita, perciò l'astronomia e l'astrologia erano molto legate; gli uomini pensavano che nel cielo ci fosse una "seconda terra" abitata dagli dei.

I primi cultori di questa scienza furono i Babilonesi, gli Egiziani, i Cinesi, i popoli precolombiani, i Greci e gli Arabi.

Fra le civiltà mediterranee i Babilonesi diedero il primo assetto scientifico all'astronomia, coordinando e sviluppando le prime osservazioni dei Sumeri, risalente a circa 20 secoli a.C.

Tuttavia si calcola che lo studio delle stelle e dei corpi celesti in Babilonia ebbe il massimo splendore nel 700-600 a.C. circa.

Gli astronomi babilonesi studiarono il moto dei pianeti ed erano in grado di descrivere con grande precisione la posizione dei corpi celesti e prevedevano con anticipo le eclissi solari e lunari con un margine di errore minimo; raggrupparono le stelle in costellazioni e introdussero i dodici segni dello zodiaco.

Kidinnu di Sippar, un astronomo babilonese, fu il primo a calcolare la durata dell'anno solare, che divise in 12 mesi, di 30 giorni ciascuno; e calcolando che c'erano 25 ore in più all'anno, introdusse ogni 7-8 anni, un tredicesimo mese di 8-9 giorni.

Comunque l'astronomia babilonese si mantenne sempre strettamente legata al culto religioso.

Gli Egiziani studiarono gli astri solo per fini pratici e religiosi. Essi costruirono un calendario per prevedere le piene del Nilo, ma al contrario dei Babilonesi, stabilirono cinque giorni in più all'anno, anziché 25 ore, e quindi crearono per tutte le necessità della vita civile l'anno "vago" di 365 giorni. Esso iniziava quando Sirio per la prima volta sorgeva all'alba, fenomeno che coincideva con le piene del Nilo. Per la misura del tempo gli Egizi si servivano di meridiani durante il giorno e di clessidre di notte.

I Cinesi eseguirono accuratissime osservazioni di fenomeni celesti, di cui però solo alcune sono giunte fino a noi; comunque è noto che essi conoscevano molte costellazioni e che sapevano fare il calcolo del tempo e riuscivano a prevedere le

ecclissi.

Le popolazioni precolombiane avevano conoscenze estremamente precise in campo astronomico, come dimostrano alcune torri di strana foggia, diverse nella struttura dai monumenti circostanti, che sono dei veri e propri osservatori astronomici. L'orientamento di questi edifici adibiti al culto o ai sacrifici indica la precisione con la quale queste popolazioni studiarono i fenomeni celesti. La loro civiltà fu impostata sull'astronomia e sulla scienza del calendario; la religione, la vita, lo svolgersi stesso dell'attività quotidiana erano regolati con precisione dai sacerdoti-astronomi il cui dominio, almeno nella prima fase dell'evoluzione culturale di questi popoli, doveva essere pressoché assoluto. I Maya usavano due calendari: quello rituale, che si fondava su un anno di 260 giorni, diviso in 13 mesi di 20 giorni ciascuno, e quello civile, che coincideva con l'anno solare, che era formato da 18 mesi di 20 giorni ciascuno, per un totale di 360 giorni. Basandosi su accurate osservazioni astronomiche e sul sorgere e sul tramontare del sole, apportavano delle correzioni al calendario, per accordarlo con le stagioni, ogni 52 anni.

I Maya per osservare gli astri usavano uno strumento molto semplice: una croce di legno che fungeva da astrolabio.

Presso gli Aztechi vi era un gruppo di sacerdoti-astronomi che viveva sulla "collina delle stelle", cioè l'attuale città del Messico, il quale aveva l'incarico di controllare il passaggio di Aldebran, la stella alfa della costellazione del Toro, allo zenit a mezzanotte, evento che segnava l'ultimo giorno dell'anno.

Per gli Aztechi il gruppo più importante di stelle era quello delle Pleiadi, che venivano chiamate "Tianquiztli" cioè "le molte" e fondamentale era anche il "signore della notte" "Johualitqui" cioè Aldebaran.

I fenomeni inconsueti che turbavano i cicli regolari del cielo venivano considerati funesti, portatori di disgrazie, annunciatori di giorni tristi. Tra questi erano citate le "stelle esplosive", cioè le stelle cadenti e così pure le cosiddette "stelle fumanti", cioè le comete, che anche qui, come in Europa erano considerate apportatrici di calamità.

I Greci furono i primi che tentarono di spiegare i problemi cosmologici senza far ricorso a spiegazioni soprannaturali; tuttavia ammettevano che il cielo e la terra fossero stati creati dagli dei. Molti filosofi greci furono cultori di astronomia ma le uniche notizie antecedenti al VII sec. a.C. provengono dai poemi omerici, che tramandano una concezione di Universo limitato; la Terra veniva rappresentata come un disco circondato dal fiume Oceano che scorreva sotto la terra. Il cielo era rappresentato come un'immensa campana che ricopriva il tutto.

Talete, basandosi sulla concezione che il cielo e la sfera fossero forme perfette, ammetteva la sfericità dell'Universo e riteneva che la Terra fosse un discoide galleggiante sulle acque dell'Oceano.

Anassimandro riteneva che la Terra avesse una forma piatta, fosse cioè un disco sottile, sostenuto e trattenuto dall'aria.

Coi filosofi successivi comincia tuttavia a farsi strada l'idea di una Terra sferica, già da tempo recepita in Egitto e forse ancor prima in Mesopotamia. Pitagora fu il primo a parlare di sfericità della Terra.

Anassagora propose l'esistenza di una materia estremamente rarefatta, l'etere, che occupava ogni luogo, anche sulla Terra, e che negli spazi creava un vortice che trascinava i corpi celesti. Egli affermava che il sole e le stelle non erano altro che pietre infuocate e per dare un'idea della loro grandezza, disse che il sole era più grande del Peloponneso. A riprova della sua teoria indicava una grande meteorite, che tutti

veneravano perché discesa dal cielo ed aggiungeva inoltre che essa non era altro che una pietra staccatasi da un corpo celeste, nel quale si era verificato un cataclisma e che in seguito a ciò era caduta sulla Terra.

Eudosso fu uno dei primi a dare maggiore importanza all'astronomia ed elaborò il sistema delle sfere omocentriche in base al quale sosteneva che al centro dell'Universo vi fosse la Terra sferica ed immobile; attorno ad essa, portati da sfere concentriche, si muovevano il sole, la luna e i pianeti allora conosciuti. All'epoca di Platone le idee cosmologiche erano simili a quelle di Eudosso.

Aristotile, nato nel 384 a Stagira, un piccolo centro prossimo alla costa dell'Egeo settentrionale, non fu propriamente un astronomo, eppure la sua cosmologia ha incredibilmente influenzato e condizionato l'astronomia per circa 1800 anni.

Per il filosofo il mondo era pieno e finito e si divideva nettamente in due "nature": quella dei cieli sferici e concentrici e quella del mondo sub-lunare. La prima aveva una natura perfetta e immutabile ed era costituita esclusivamente di etere, la quinta essenza che era tutta nei cieli; la seconda, che era il regno dell'imperfetto e del mutevole, era formata anch'essa da quattro sfere concentriche: terra, acqua, aria, fuoco.

I cieli giravano con moto circolare ed il loro movimento si trasmetteva, per frizione, dal primo motore immobile, posto al di fuori del firmamento, fino all'ultima sfera, quella cioè in cui è incastonata la luna.

Celebre fu la scuola astronomica di Alessandria, che dal quarto secolo a.C. vanta i nomi di Aristarco (il primo assertore della teoria eliocentrica, che cercò di determinare con un procedimento matematico le distanze relative del sistema sole-terra-luna), di Eratostene (che fu il primo a valutare in modo esatto la lunghezza della circonferenza terrestre, calcolando in modo ingegnoso la distanza angolare tra Siene ed Alessandria), di Sosigene (che fece la riforma del calendario voluta da Giulio Cesare) ed infine di Ipparco (che scoprì la precessione degli equinozi catalogò 1000 stelle)). A quest'ultimo Tolomeo nell'Almagesto attribuì la cosiddetta diottra, che consisteva essenzialmente in una lunga asta con due mirini: il primo formato da una piastra fissa con una minuscola apertura attraverso la quale l'osservatore guardava; l'altro formato da una piastra mobile che veniva allineata all'oggetto da osservare.

Tra i sistemi astronomici antichi ebbe particolare diffusione quello elaborato da Tolomeo, autore del famoso Almagesto, che fu oggetto di credenza e di ammirazione fino al 1500.

Tolomeo affermava che l'Universo era una grande sfera di cristallo, in cui si trovavano le stelle fisse e al cui centro si trovava la Terra immobile. Tra la Terra e le stelle immaginò poi sette sfere, anch'esse di cristallo, in cui erano incastonate come gemme Saturno, Giove, Marte, Il Sole, Venere, Mercurio e la Luna. Il settimo e l'ottavo libro della sua opera contengono il famoso catalogo stellare, dove sono elencate le stelle per costellazioni. Classificò le stelle secondo la loro luminosità e introdusse sei ordini di grandezze: nel primo ordine vi erano gli astri di maggior splendore e nel sesto quelli appena visibili ad occhio nudo.

L'eredità di Tolomeo e di tutto il mondo classico è molto pesante durante il basso medioevo, in quanto consegna all'uomo la visione di un universo "prevedibile" in cui tutto è perfetto, come è perfetto Dio che lo ha creato.

La Chiesa cristiana si preoccupa di interpretare l'Universo secondo i dati letterali delle Sacre Scritture, senza tralasciare il risvolto morale, che anzi diventa sostanziale nell'interpretazione simbolica del mondo e dell'Universo. Così Gesù è il Sole, la Madonna è la stella del mattino (Venere), la notte il male, il giorno il bene.

In questo periodo si considerano eretiche le interpretazioni scientifiche in contrasto con la Bibbia (S. Agostino) o inutili per la fede le conoscenze astronomiche (S. Ambrogio).

Gli Arabi, venendo in contatto con il mondo occidentale, assimilarono la cultura classica e ne studiarono le fonti. Essi non furono avversi all'astronomia, ma concepirono il Cosmo come creazione continua di un dio (Allah); inoltre potenziarono i calcoli matematici (algebra), studiarono le congiunzioni planetarie, costruirono nuovi strumenti di osservazione (l'astrolabio sferico e quello piano), diedero il nome a parecchie stelle. Manca comunque nel mondo arabo una sistemazione adeguata alla mole dei dati che essi riuscirono a raccogliere sull'Universo e la loro concezione del Cosmo rimane in pratica uguale a quella del mondo classico.

Le osservazioni degli Arabi furono conosciute in occidente attraverso le Tavole Alfonsine, un vasto trattato di astronomia commissionato da Alfonso X, re di Castiglia, a un gruppo di studiosi arabi ed ebrei.

Con S. Tommaso si fa strada l'idea che fede e ragione non sono in contrasto, ma che ambedue possono concorrere alla conoscenza di Dio. Ma tale opportunità non viene raccolta e per tutto l'alto medioevo e durante il Rinascimento la concezione del cosmo rimane in pratica quella di Tolomeo. Ne è prova la semplificazione offerta da Dante nella Divina Commedia, secondo cui la terra è immobile al centro dell'universo ed intorno a essa girano nove cieli. Il tutto poi è circondato da un cielo immobile, chiamato Empireo, sede di Dio e dei beati.

Con l'Umanesimo si fa strada la concezione che per sviluppare la conoscenza scientifica, non bastava tramandare gli insegnamenti degli antichi, ma occorreva anche studiare e osservare attentamente la natura. e soprattutto era indispensabile imparare a distinguere i dati dell'osservazione dalle convinzioni di tipo magico o religioso.

Copernico, un canonico polacco, che aveva effettuato numerosi viaggi e studiato moltissimo, stabilitosi a Cracovia, cominciò a riflettere su tutto ciò che aveva appreso e quindi elaborò la sua teoria eliocentrica, come appare nel celebre trattato *De revolutionibus orbium coelestium*. Egli, però, non rinunciò del tutto ai metodi e ai dati elaborati da Tolomeo, infatti il sistema eliocentrico da lui ideato poneva il Sole immobile al centro dell'Universo, considerato sferico come la terra, ma i pianeti si muovevano lungo orbite circolari secondo le leggi degli epicicli sostenute dai tolemaici, cui non poté rinunciare per spiegare certe "deformazioni delle orbite".

Mentre si discuteva sul sistema eliocentrico da lui proposto, l'astronomo danese Tycho Brahe, che aveva per decenni studiato il cielo e aveva misurato e annotato con precisione il passaggio di astri e pianeti, elaborò una teoria che metteva d'accordo il sistema geocentrico con quello eliocentrico. Immaginò infatti che tutti i pianeti, ad eccezione della Terra, girassero intorno al sole, ma che quest'ultimo invece girasse attorno alla Terra. Si deve ancora a lui la descrizione accuratissima della nova apparsa nel 1572 nella costellazione di Cassiopea.

Elaborando meglio i dati raccolti da Brahe, Giovanni Keplero confermò le teorie eliocentriche e scoprì che le orbite dei pianeti attorno al sole non erano circolari, bensì ellittiche e che il Sole occupava sempre uno dei fuochi. Egli aveva anche osservato nel 1604 la nova esplosa nella costellazione dell'Folico e l'aveva descritta in un opuscolo in cui osò affermare che l'oggetto era senza dubbio posto tra le stelle fisse, asserzione eretica per quei tempi, in cui si credeva che nulla potesse cambiare nel cielo delle stelle fisse.

Il vero fondatore del metodo, che oggi chiamiamo sperimentale, fu Galileo Galilei.

Egli infatti diceva che era necessario garantire la validità delle conoscenze scientifiche sulla base di premesse verificabili e misurabili. Perfezionando un'invenzione di alcuni ottici olandesi, costruì il cannocchiale e lo rivolse verso il cielo. In questo modo scoprì le macchie solari e lunari, le fasi di Venere, i satelliti di Giove. Cercò poi di verificare con l'osservazione ciò che Copernico aveva intuito sul piano matematico. Scoprì numerosi fenomeni che confermavano quella teoria e nel 1610 pubblicò il Sidereus Nuncius, in cui fornì implicitamente le prove, basate sull'osservazione, della teoria copernicana, ma ciò gli costò la condanna della Chiesa, che lo costrinse all'abiura e al confino nella sua casa di Arcetri fino alla morte.

Lo studioso che seppe valorizzare le due componenti del nuovo metodo scientifico, quella dell'esperimento e quella della deduzione matematica, fu l'inglese Isaac Newton. Le sue ricerche spaziavano in tutti i campi del sapere scientifico ed egli, compiendo esperimenti con lenti e prismi, scoprì che la luce bianca risulta dalla mescolanza di luci di diversi colori. Riflettendo poi su quali forze regolassero la rotazione dei pianeti attorno al Sole e dei satelliti attorno ai pianeti, arrivò a dare una spiegazione matematica della traiettoria dei pianeti, in base a calcoli sulla forza di gravità con cui il Sole attira più o meno i pianeti a seconda della loro distanza e della loro massa. Giunse così alla formulazione della teoria della gravitazione universale.

Dopo Galileo e Newton l'uomo ha imparato a stupirsi di meno; ha imparato che l'Universo è vastissimo e che il Sole è una stellina tra tante.

Oggi nuove scoperte tecnologiche hanno aperto nuovi campi di indagine: la fotografia, la spettroscopia e la radioastronomia, ma lo scienziato ha imparato a non dare mai la spiegazione di tutto.

La scienza vera non ha tali ambizioni: lo scienziato è soltanto un uomo che, proprio perché uomo, cerca di scoprire le verità che gli stanno intorno, fino ai confini dell'Universo.

L'avventura della scienza non è mai finita. Vale la pena di seguirla passo passo, di parteciparvi, di viverla. E anche il modo di guardare il cielo, cercare di capire meglio ciò che c'è nello spazio è un modo di vivere quest'avventura.

ASTROLOGIA

L'astrologia pretende di conoscere il futuro dall'aspetto e dalla posizione dei corpi celesti. In antico astrologia e astronomia erano quasi la stessa cosa; cominciarono ad essere distinte a partire dal I sec. d.C. e furono nettamente separate nel 1300. L'astrologia prediceva le sorti e il destino delle persone e interpretava i fatti naturali come se fossero stati eventi magici. Gli astri non erano soltanto utili, ma anche temuti: un'eclisse o una cometa facevano spavento. Quando un pianeta pareva fermarsi e tornare indietro nel suo cammino fra le stelle, destava ansia e meraviglia. Si credeva che gli astri fossero divinità o lampade portate dagli dei, e comunque si attribuivano ad essi poteri superiori a quelli degli uomini.

Draghi, leoni, giganti: tutte le figure osservabili nelle costellazioni erano altrettante immagini divine, sempre uguali, immutabili, che palesavano il loro potere con influenze buone o cattive. Ciò era particolarmente evidente per le figure delle stelle che caratterizzavano la zona da cui sembrava via, nel corso dell'anno, sorgere il Sole. Queste figure (le costellazioni della fascia zodiacale) hanno avuto sempre una grande importanza in ogni forma di collegamento tra i destini dell'uomo e i moti celesti. Come il Sole sembra nascere ogni giorno in una certa costellazione, così per ogni uomo, il giorno della sua nascita lo lega per sempre a una determinata configurazione di astri e lo

lega nel bene e nel male, in tutte le vicende della vita.

L'astrologia vide il suo più grande sviluppo nell'area mediterranea. I Sumeri la praticavano più di cinquemila anni fa, ma furono i Babilonesi a perfezionarla. Oltre ai sette pianeti, essi conoscevano duecentosettanta stelle e costellazioni, indicate le una e le altre con un solo vocabolo, i simboli dello zodiaco, che fino all'epoca dei Seleucidi furono undici (mancava la Bilancia), e le comete.

Dalle "torri osservatorio" di Ninive e Borsippa i sacerdoti tenevano sotto osservazione questi corpi, ricavandone predizioni che riguardavano per più il re e il destino del paese. L'indagine comprendeva l'osservazione dell'intensità e del colore della luce della stella o del pianeta, della connessione e congiunzione con altri pianeti, con speciale riguardo alla Luna, al Sole e a Marte. Anche le comete, le meteore, le aurore boreali, i venti erano posti in dipendenza dei pianeti e delle stelle.

Verso la fine del VI sec. a.C. l'arte astrologica si diffuse fra i Persiani e quindi in Asia.

Alla scuola pitagorica si deve la dottrina dell'armonia del Cosmo, e perciò la possibilità di considerare benevolmente l'idea di un influsso del cielo sulla Terra. Tale teoria si accordava con quella (nata più tardi) dei quattro o cinque elementi (acqua, terra, aria, fuoco, etere) che reagendo perpetuamente fra loro formavano l'universo. L'uomo, paragonato a un piccolo mondo, è teatro di questo processo di scambi e ogni parte del corpo umano è sotto l'influsso di un elemento o di un astro.

Nel II sec. d.C., Claudio Tolomeo codificò l'astrologia in 4 motivi basilari:

1) i *pianeti* (compresi il Sole e la Luna), che avevano attributi (caldi, freddi, maschili, femminili) e influenze (fisiche, fisiologiche e mentali). Il Sole, la Luna, Giove e Venere erano generalmente benefici, Marte e Saturno malefici;

2) i *segni*, che erano positivi o negativi, avevano virtù proprie connesse ai quattro elementi e ai quattro umori (sangue, bile, bile nera e flegma), ma erano associati a un pianeta "legislatore" con cui si trovavano in armonia e in risonanza;

3) le *dodici case*, che erano affini ai segni dello stesso numero e ai loro pianeti legislatori;

4) gli *aspetti*, che consideravano le posizioni degli astri fra loro, come la congiunzione, il sestile, la quadratura, il trigono, l'opposizione, alcune favorevoli, altre no, oppure a seconda dei casi.

Dai Greci fino a Galileo le principali forme astrologiche furono: il *sistema delle interrogazioni* per soddisfare le esigenze della vita quotidiana; il *sistema delle elezioni* per determinare il momento propizio di un'impresa: l'*oroscopo*, per conoscere il futuro di persone e popoli.

La Chiesa cattolica condannò l'astrologia, ma molti Papi consultarono astrologi e addirittura li nominarono professori alla Sapienza. L'Umanesimo e il Rinascimento ebbero in grande stima l'astrologia in cui molti videro non una limitazione della libertà umana, ma un arricchimento di interessi ed energie.

Con l'avvento di Galileo e la scienza sperimentale l'astrologia morì. La Terra perdeva la sua posizione centrale e il Sole non era un pianeta; con Urano, Nettuno e Plutone furono scoperti nuovi pianeti che l'astrologia nemmeno aveva supposti; il cielo non era un soffitto relativamente vicino; né le stelle erano l'ultimo o il penultimo cielo; la precessione degli equinozi aveva mutato l'indirizzo dei segni, i che non corrispondevano più alle costellazioni originarie; i corpi celesti non erano divinità, né erano mossi da angeli o demoni. Il firmamento aveva perso la sua poeticità, ma l'uomo era diventato più adulto.

Ma l'astrologia è davvero morta oggi?

I nostri giornali hanno la rubrica quotidiana degli oroscopi. E quanti ancora credono che un bambino nato sotto il segno del leone abbia qualità leonine? Che dire delle espressioni "lunatica", "marziale", "venerea" etc.? E quanti di noi, pur non credendo agli oroscopi non accendono la televisione e si sintonizzano con "Uno Mattina" per avere un indirizzo per la giornata?

GLI STRUMENTI ASTRONOMICI

L'occhio è un mezzo utile ma insufficiente per osservare il cielo; manca di potenza, cioè non riesce a vedere quei corpi celesti che si trovano al di sotto di una certa luminosità, e ha un basso potere risolvete, cioè non riesce a distinguere il carattere doppio di due stelle molto vicine.

Anticamente i primi astronomi si limitavano a conoscere il più esattamente possibile le posizioni dei corpi celesti visibili ad occhio nudo. Gli strumenti basilari erano lo gnomone, che misurava l'ombra del sole, l'astrolabio e il sestante, che misuravano gli angoli fra le stelle.

Lo strumento che ha permesso di allargare la capacità di guardare il cielo nella banda della luce visibile è stato il telescopio, perfezionato da Galileo Galilei, ma non da lui inventato.

I telescopi e i cannocchiali fanno convergere la luce in un fuoco e l'immagine così formata viene osservata con l'aiuto di un oculare. L'immagine vista all'oculare è rovesciata rispetto all'oggetto reale: il sud va a nord, l'est va all'ovest e viceversa. Più grande è il diametro della lente e maggiore è la potenza e il potere risolutivo. La potenza aumenta secondo il quadrato del diametro: un telescopio dal diametro di 100mm. raccoglierà il quadruplo della luce di uno che abbia 50mm. di diametro.

IL CANNOCCHIALE

Non è noto chi scoprì per primo il potere di ingrandimento di una lente, ma sappiamo che l'arabo Alharem (965-1038) usò piccoli vetri emisferici che, posti su un oggetto con la parte piana rivolta in basso, ne ingrandivano l'immagine. Le lenti nacquero fra il 1280 e il 1285, quando alcuni artigiani cominciarono a fabbricare dei dischetti di vetro a facce convesse, simili a lenticchie, che davano alle persone anziane la possibilità di vedere bene le cose vicine. Ma passarono diversi secoli prima che Hans Lippershey scoprisse accidentalmente che, guardando attraverso due lenti, tenute ad una certa distanza tra loro, si vedevano ingranditi anche oggetti lontani. Poi egli dispose le lenti in una canna e nacque il cannocchiale. Per questa scoperta, nel 1608 il governo olandese lo premiò con 900 fiorini. L'anno dopo Galileo si costruì un cannocchiale che ingrandiva appena 3 diametri; poi imparò a farne di più potenti. Rivolgendo il cannocchiale agli oggetti cosmici, egli scoprì le montagne della Luna, le macchie del Sole, le fasi di Venere e le lune di Giove; intravvide inoltre l'anello di Saturno, senza capire che cosa fosse, e si accorse che la Via Lattea era formata di numerosissime stelle.

Vediamo ora come è fatto e come funziona un cannocchiale.

Un cannocchiale è composto da un obiettivo formato da una lente piano-concava di vetro flint e da una lente biconvessa di vetro crown (ciò per eliminare le aberrazioni cromatiche) e da un oculare posto in prossimità del fuoco dell'obiettivo. Il numero di

ingrandimenti che tale strumento fornisce è dato dal rapporto tra il valore della focale dell'obiettivo e il valore della focale dell'oculare. Ad esempio un cannocchiale con focale dell'obiettivo di 1000 mm. ed un oculare con focale di 20 mm. dà cinquanta ingrandimenti. Nel 1671 Isaac Newton costruì per primo il telescopio a riflessione, che utilizza come lente principale uno specchio parabolico e uno specchio piano di dimensioni ridotte che serve a rinviare la luce verso l'oculare. Questi strumenti non soffrono di aberrazione cromatica e assorbono anche meno luce. Il numero degli ingrandimenti è analogo a quello fornito dagli strumenti a rifrazione.

ATLANTI STELLARI

Gli atlanti stellari sono importantissimi nello studio dell'astronomia. Uno dei più importanti è l'atlante fotografico edito dall'osservatorio PALOMAR fatto con un telescopio SHMIT di 48 pollici di diametro ed è formato da 935 lastre in luce rossa e 935 in luce blu.

In questo atlante sono riportate 500 milioni di stelle e 10 milioni di galassie, con una magnitudine limite di 20 per le stelle rosse e di 21 per le stelle blu.

Importantissimi sono anche i cataloghi di posizione, come l'AGK3 pubblicato nel 1963, che contiene le posizioni di 13.500 stelle ottenute con osservazioni al meridiano e di 193.000 determinate fotograficamente e l'N30 di Morgan, pubblicato a Washington.

Altri cataloghi prendono in considerazione aspetti particolari: magnitudini, moti propri, velocità radiali, parallassi, stelle variabili.

Per le nebulose si usano due cataloghi particolari: il Messiere e l'NGC.

Nel catalogo Messiere le nebulose vengono indicate con M seguito da un numero progressivo (ad esempio la galassia di Andromeda viene indicata con la sigla M31), nell'NGC le nebulose vengono indicate con NGC ed un numero progressivo (NGC è la sigla di New General Catalog).

Altri cataloghi particolari si usano per le radio-sorgenti.

Nel 1603 Ausburg Bayer pubblicò un atlante celeste, intitolato "Uranometria", in cui introdusse l'uso, che si conserva ancora oggi, di indicare il nome delle stelle con le lettere dell'alfabeto greco seguite dal genitivo latino del nome della costellazione.

Le stelle più deboli vengono indicate con le proprie coordinate riferite all'equinozio.

L'astronomo Halley nel 1718, osservando le posizioni di alcune stelle, in particolare di Sirio e Procione, e confrontandole con quelle riportate negli antichi cataloghi di Ipparco e Tolomeo, si accorse che esse avevano subito degli spostamenti rispetto all'eclittica. Questi spostamenti vennero chiamati moti propri.

Il moto proprio si misura in secondi di arco per anno. Combinando il moto proprio con la velocità radiale, positiva se in allontanamento, negativa se in avvicinamento alla Terra si ottiene il moto vero. La velocità radiale viene misurata sfruttando l'effetto Doppler. La stella che ha maggior moto proprio è la stella di Barnard, distante 5,9 anni luce e ha in 180 anni uno spostamento pari al diametro della luna. Ipparco aveva raggruppato le stelle in sei grandi classi di magnitudine, mettendo le più luminose nella prima, via via le meno luminose nelle altre. Con l'invenzione del telescopio e della fotografia la scala delle magnitudini è stata ampliata fino alla 23ma. Essa è stata estesa anche ai valori negativi, il sole ad esempio ha una magnitudine visuale di -26,86. Nel secolo XIX venne definita la differenza fra due classi contigue di magnitudine: essa di 2,512, cioè una stella di prima magnitudine è 2,512 volte più luminosa di una stella di seconda magnitudine.

COME SI CALCOLA LA DISTANZA DELLE STELLE

Quali sono le dimensioni, le distanze, la natura dei corpi celesti? Queste domande che spesso derivano da una semplice curiosità, rivelano un interesse innato negli uomini di ogni tempo e cultura.

Il metodo più semplice che gli astronomi usavano nel misurare la distanza tra la Terra e gli altri corpi celesti era quello della triangolazione, che sfruttava i criteri di similitudine, ma il metodo geometrico più usato, per determinare la distanza delle stelle e applicabile a quelle più vicine, è il metodo delle parallassi trigonometriche.

Per capire il principio sul quale si basano queste misure teniamo presente il seguente disegno

Indicando con S la posizione del Sole, la Terra gli ruota intorno lungo un'orbita ellittica. Consideriamo un'ipotetica stella che si trova in U. Quando la Terra si trova in A, noi vediamo la stella proiettarsi sullo sfondo in A'. Passati sei mesi, quando cioè la Terra ha percorso mezza circonferenza intorno al Sole e si trova in B, noi vediamo la stella proiettarsi in B'.

Dunque in sei mesi la stella ha subito uno spostamento apparente misurabile per mezzo dell'angolo AUB. Se ripetiamo il procedimento per una stella più lontana, cioè se spostiamo verso l'alto l'ipotetica stella che si trova in U, noteremo che il nuovo angolo AUB è minore del precedente, perché, sempre in sei mesi minore è lo spostamento apparente della stella rispetto allo sfondo.

E' facile comprendere che esiste un legame geometrico tra l'angolo sotto il quale dalla stella è visto il diametro AB e la distanza della stella dal Sole e quindi dalla Terra. Con semplici procedimenti di trigonometria è possibile risalire dalla misura dell'angolo al valore della distanza. L'angolo SUB è detto parallasse della stella. Se dunque si conosce la parallasse di una stella, con l'aiuto della trigonometria si può determinare la distanza. L'angolo di parallasse risulta però piccolissimo anche per le stelle più vicine alla Terra, addirittura inferiore al secondo d'arco.

Il concetto di parallasse è alla base di un'altra unità di misura delle distanze astronomiche, il parsec, che è la distanza pari a quella di una stella che abbia una parallasse di un secondo.

Un parsec equivale a 3,26 anni luce. La prima stella di cui è stata misurata la parallasse è la stella 61 della costellazione del Cigno (61 Cygni). La formula che ci permette il calcolo delle distanze in parsec è: $d=1/(\text{angolo di parallasse})$.

Per gli astri più lontani questo metodo non è più applicabile perché l'angolo di parallasse risulta troppo piccolo, perciò è stato usato un altro angolo di parallasse detto secolare, che prendo come riferimento il moto peculiare del Sole, che è di 610 milioni di Km annui e che corrisponde a 4,09 unità astronomiche. Anche l'uso di questo metodo aveva dei limiti, perché le distanze misurabili erano dell'ordine di migliaia di anni luce. L'astronoma Levit scoprì che c'erano alcune stelle che variavano l'intensità della luce col tempo, queste furono chiamate cefeidi (nome che deriva dalla stella Delta Cefali), la cui variabilità passa da un minimo di 4,5 ad un massimo di 3,3 magnitudine. Il periodo di variabilità è proporzionale all'intensità luminosa della stella: quanto più lungo è il periodo tanto più forte è la luminosità. Tuttavia ciò non era ancora sufficiente per la determinazione delle distanze, perché è indispensabile determinare la magnitudine assoluta di una stella per valutarne la distanza.

L'astronomo Shapley nel 1917 riuscì con la parallasse secolare a misurare le distanze di 11 stelle cefeidi, determinandone la magnitudine assoluta e, a questo punto, si poté determinare per confronto la distanza di altre cefeidi.

Purtroppo anche il metodo delle stelle variabili ha un proprio limite. Infatti è possibile misurare la distanza di una galassia se è possibile osservarne le singole stelle e quindi le variabili cefeidi (siccome delle cefeidi sappiamo misurare la distanza, misuriamo anche la distanza delle galassie).

Per la determinazione delle distanze di galassie non risolubili in singole stelle, a causa della loro distanza, venne in aiuto la scoperta fatta negli anni venti dall'astronomo Hubble.

Egli osservò che lo spettro delle galassie, che si trovavano al di là del gruppo locale, era spostato verso il rosso e lo spostamento era tanto maggiore quanto più lontane erano le galassie.

Questo fenomeno fu spiegato come conseguenza dell'effetto doppler, per cui risultava che l' Universo si stava espandendo e che le galassie si stavano allontanando le une dalle altre.

Alla fine di un lavoro molto complesso Hubble stabilì una relazione di proporzionalità diretta tra distanza e velocità di allontanamento e calcolò che la velocità aumentava di 75 Km/sec per ogni megaparsec: tale valore prese il nome di costante di Hubble.

Attualmente però si ritiene che il suo valore sia più vicino a 100Km/sec per megaparsec. Da tutto ciò si evince che basta misurare lo spostamento verso il rosso dello spettro di una galassia per misurarne la distanza, applicando la costanza di Hubble (es. una galassia che si allontana alla velocità di 5.000 Km/sec si trova ad una distanza di 50 megaparsec).

LE "FINESTRE" SULL'UNIVERSO.

Le informazioni dallo spazio ci arrivano attraverso onde elettromagnetiche, neutrini, raggi cosmici, onde gravitazionali e meteoriti.

Lo spettro delle onde elettromagnetiche va da una lunghezza d'onda di un Km.(onde lunghe) fino ai raggi gamma, che hanno una lunghezza d'onda di 10-11 cm. La fascia che va da 10 alla sesta sino a 10 alla meno uno costituisce le onde radio.

Le onde radio si possono osservare grazie ai radiotelescopi, che sono delle grosse antenne paraboliche. Il più grande radiotelescopio esistente al mondo è quello di Arecibo (nelle Antille) ed ha un diametro di circa 300 m. Con questi radiotelescopi si osservano le radio-galassie, i quasars,(ultimamente è stato osservato il quasar 3 C 273, che si trova alla distanza di tre miliardi di anni luce e, vicino a questo, si è notato un altro quasar chiamato 3 C 279, che è oggi il più potente quasar che emetta raggi gamma tra quelli osservati fino ad oggi. Le sue dimensioni sono di circa due giorni luce, cioè le dimensioni del sistema solare, e della sua specie si conoscono altri 14 quasars), e fenomeni che avvengono nelle parti centrali della nostra galassia, invisibili con i normali telescopi a causa della presenza di gas e polveri, la radiazione cosmica di fondo. Nel 1964-1965 due scienziati dei laboratori Bell Telephone, Penzias e Wilson (premio Nobel nel 1978) con un'antenna che riceveva onde centimetriche notarono che, ovunque la orientassero, captavano radiazioni.

Tutto l'universo è pervaso da radiazioni elettromagnetiche di circa 10 cm di lunghezza d'onda, che hanno la temperatura assoluta di 2,7 K (circa -270° C), temperatura attuale dell'universo.

Questa scoperta fu di fondamentale importanza per la formulazione della teoria del "big-bang", in contrapposizione a quella dello stato stazionario.

La prima affermava che all'inizio del tempo, nell'istante zero (forse 15 miliardi di anni fa), l'Universo che oggi osserviamo doveva essere concentrato in un volume estremamente ridotto con una densità pressoché infinita e una temperatura di miliardi e miliardi di gradi. Non sappiamo come fosse fatto questo nucleo primordiale di energia pura, né perché si sia formato, ma istantaneamente questo uovo cosmico, si è squarciato con una esplosione immane, creando una sfera di fuoco in rapidissima espansione, che da allora ha continuato a raffreddarsi e a rallentare.

La seconda, invece, non dava una spiegazione ben precisa, poiché diceva che l'universo non aveva inizio e né avrebbe avuto fine, c'era sempre stato e lì sarebbe rimasto per sempre.

Questa nuova scoperta annullò la seconda teoria, poiché se l'universo fosse stato stazionario non avrebbe avuto nessuna giustificazione la radiazione cosmica di fondo. All'inizio di quest'anno più precise osservazioni sulla radiazione cosmica di fondo, effettuate dal satellite "COBE", hanno permesso di ottenere una ulteriore conferma della validità della teoria del big-bang.

In tempi abbastanza recenti un'altra finestra si è aperta all'osservazione dell'uomo, quella dei raggi X. In questa banda è stato possibile osservare stelle di neutroni e pulsar, oggetti che emettono raggi x e che ruotano in modo molto rapido. Nella nebulosa del Granchio vi è una pulsar (residuo della esplosione di una supernova avvenuta nel 1054), una stella di neutroni, che ha una densità compresa fra 10 alla tredicesima e 10 alla diciottesima grammi per centimetro cubo e compie un giro intorno a se stessa in 33 millesimi di secondi ed il suo diametro è di qualche decina di Km. Infine l'osservazione dei raggi gamma ha permesso di comprendere i fenomeni più energetici che avvengono nelle stelle e nelle loro esplosioni. Il 23 febbraio 1987 è cominciata una nuova era dell'astronomia. In questa data è stato possibile osservare neutrini provenienti dalla supernova SN1987A della grande nube di Magellano, distante 160 mila anni luce.

LE COSTELLAZIONI

Le costellazioni sono in tutto 88; di queste 48 ci sono state tramandate dall'antichità e 40 sono state introdotte in epoca moderna.

Quasi tutte le nuove costellazioni si trovano nella calotta australe, sconosciuta alle antiche civiltà mediterranee ed alcune ideate nel XVIII secolo portano chiaro il marchio del "secolo dei lumi" con i loro nomi ispirati al mondo del lavoro, delle arti, delle scienze: bulino, compasso, telescopio, etc.

Gli astronomi si sono dati da fare, con un lavoro di anni e anni, a "costruire" figure con tutte le stelle del cielo.

Molte di queste costellazioni hanno però una storia di millenni: alcuni sistemi di stelle hanno attirato l'attenzione dell'uomo da tempi remotissimi e fanno dunque parte del patrimonio culturale di molti popoli del passato.

Non sempre però le figure sono state le stesse per i vari popoli. Gruppi di allevatori e agricoltori hanno "visto" nel cielo animali già addomesticati o strumenti per la coltivazione; popoli navigatori hanno visto navi e reti. Così un certo insieme di stelle può essere stato un "arco" da caccia o una "falce"; un altro può essere stato un "timone" o un "aratro".

Se si traccia una "storia delle costellazioni", si rifà anche una storia dell'umanità e del

CANCRO (Cancer, cnc)

Oscure risultano le origini del Cancro. Il Sole, venti secoli or sono, raggiungeva il solstizio in questa regione del cielo; dopo di che esso riprendeva a scendere verso l'equatore. E forse per tale cammino retrogrado, simile a quello di un granchio, che la costellazione prese il suo nome fin dall'epoca dei Caldei. Presso gli Egiziani esso rappresentava uno scarafaggio; presso alcuni popoli dell'India una colomba. I Cinesi poi ritenevano che nell'ammasso che vi si scorge, detto il Presepio o la Mangiatoia, si trovassero accumulati i corpi dei morti costretti ad abbandonare le proprie spoglie all'atto di entrare in cielo, e chiamavano la costellazione la Porta dell'Uomo. Nella mitologia greca rappresentava un granchio mandato da Era in aiuto dell'idra di Lerna, che morse ad un piede Eracle. Ucciso dall'eroe fu portato in cielo da Era e trasformato nella costellazione omonima.

α Cancri (Acubens)	distanza: 100 a.l. magnitudine: 4,3 m
------------------------------	--

β Cancri	distanza: 218 a.l. magnitudine: 3,8 m
----------------	--

M44 (ammasso aperto: Il Presepe)	distanza 512 a.l. (formato da 500 stelle)
--	--

ORIONE (Orion, Ori)

Questa costellazione simboleggia il cielo dell'inverno, ecco perché molti popoli l'hanno associata alle bufere invernali e ai venti gelidi della stagione. Così fu presso i Babilonesi e gli Indù; e Polibio stesso, nel II secolo a.C. si dichiara convinto che la distruzione della flotta romana durante la prima guerra punica fosse dovuta all'influenza nefasta di Orione.

Nella mitologia classica Orione è ritenuto figlio di Poseidone e di Euriale, figlia di Minosse. Era un gigante cacciatore che si innamorò di Merope, una delle sette figlie di Atlante e di sua moglie Enopione. Ma i genitori non approvavano tale amore, per cui Orione perse la pazienza e rapì la coppia regale e le sette figlie. Giove trasportò tutta la famiglia in cielo, trasformandola nelle Pleiadi, mentre Orione venne punito con la morte dalla Madre Terra, che lo fece mordere da un enorme scorpione, perché si era vantato di voler sterminare tutti gli animali. Diana, anch'essa abitatrice delle selve e sua protettrice, ottenne che il gigante venisse assunto in cielo per l'eternità insieme con i suoi due cani (il Maggiore e il Minore) e collocato in una parte del firmamento ove non potesse essere più insidiato dal micidiale scorpione. Ecco perché la costellazione dello scorpione figura nel cielo agli antipodi di Orione.

Secondo un'altra variante del mito il gigante, accecato da Enopione, di cui aveva sedotto la figlia Merope, aveva errato fino all'estremo oriente, dove aveva riacquisito la vista guardando il Sole nascente. Amato da Eos, suscitò la gelosia di Artemide, innamorata di Orione, ma Apollo, suo fratello, non approvava questo amore e, visti inutili i suoi

osservatorio moderno.

– Canum Venaticorum
(Cor Karoli)

CHIOMA DI BERENICE (Coma Berenices, Com)

Questa costellazione ricorda il dono che la regina Berenice fece della propria chioma agli dei in occasione del glorioso ritorno del marito dalla guerra.

Dicono infatti le antiche leggende che Berenice, sorella e sposa del faraone Evergete, figli entrambi di Tolomeo Filadelfo, facesse voto alla dea Iside della propria meravigliosa capigliatura, se il consorte, impegnato nel conflitto con Seleuco II, re di Sira, fosse tornato indenne dall'impresa. Il suo desiderio venne soddisfatto; Evergete ritornò vittorioso e Berenice si apprestò nel tempio a far sacrificio dei suoi capelli. Ma la notte stessa la chioma prese misteriosamente il volo. Disperazione della regina, furore del Faraone, pronto a far vendetta con le proprie mani del furto doppiamente sacrilego. Ma Conone, astronomo di corte, salvò la situazione. Asserì che gli dei si erano tanto innamorati della chioma regale da averla assunta nella loro dimora celeste, trasformandola in una cascata di stelle ed additò ai sovrani, ingenui e creduloni, le stelle che brillavano in quella parte di cielo ove, ancora oggi, a distanza di oltre 22 secoli, ci viene ricordata. Per la verità gli astri della Chioma di Berenice sono così poco vistosi che fino al XVI secolo essi non formavano un' asterisma proprio.

Comprende tutte stelle deboli. E' famosa per l'ammasso di galassie che porta il nome della costellazione. Comprende 1000 galassie. Dista 220 milioni di anni luce e si allontana alla velocità di 6.700 Km sec.

LEONE (Leo, Leo)

Questa costellazione, secondo la mitologia greca, rappresenta la belva di Nemea, figlia di Echidna, uccisa da Ercole.

In una delle sue dodici fatiche Ercole ebbe l'incarico di portare al re Euristeo la pelle del leone di Nemea. Questo leone, oltre ad essere ferocissimo ed enorme, era invulnerabile, così che nessuna freccia poteva passarne la durissima pelle. Ercole, tenendo fra le mani il suo arco e la nodosa mazza che non abbandonava mai, si avviò fiducioso verso il terribile leone. Di lontano, nella vallata boscosa dell'Argolide, si udivano i suoi ruggiti formidabili e i pastori e i contadini, in preda al terrore correvano a nascondersi entro le loro capanne. Ercole, solo in mezzo alla boscaglia, si diresse verso il punto da cui veniva il ruggito. Quando il terribile leone gli fu dinanzi, l'eroe gli scoccò ad una ad una tutte la sue infallibili frecce, ma l'animale non le sentiva neppure. Furente, Ercole afferrò la sua clava e si lanciò addosso alla belva che, spaventata, fuggì nella sua caverna che aveva due entrate. Urlando, inseguì il leone, barricò un'entrata con macigni e penetrò nell'altra. La belva, allora, affrontata così d'improvviso, eresse la criniera, spalancò la gola rosseggiante e balzò addosso all'eroe. Ma Ercole non indietreggiò: avvolto nel suo mantello di rossa porpora, alzò la clava formidabile e l'abbattè per ben due volte sul cranio del leone. Il secondo colpo fu così violento che la mazza andò in mille pezzi e la belva, stordita, cominciò a barcollare. Ercole, allora, rapido, gettò le armi; con le braccia vigorose strinse al proprio torace il capo della belva e, dopo un impressionante corpo a

corpo, riuscì a schiacciarla contro il proprio petto con tanta forza da soffocarlo. Gli dei, impressionati dal grande valore di Ercole, vollero conservarne il ricordo, assumendo le spoglie del leone in cielo.

Copernico chiamò la stella α Regolo con l'appellativo di "governatore degli affari celesti", forse perchè questo fulgido astro presiedeva ai sogni degli uomini e ne regolava i destini.

In Babilonia essa veniva chiamata Sharru che vuol dire "il re".

Gli Arabi la chiamavano Kabelecied che significa "cuore del leone"; gli Ebrei vi riconoscevano il leone di Giuba, segno nazionale della Stella di Davide; La Chiesa vi scorse uno dei leoni della fossa di Daniele.

LEONE MINORE (Leo minor, LMi)

Questa piccola costellazione venne inventata da Hevelius verso l'anno 1660 al fine di riempire il vuoto relativo che esisteva fra l'Orsa Maggiore e il Leone. Essa nelle più vecchie rappresentazioni celesti veniva raffigurata con un'immagine di serpente, che occupava anche il sottostante asterisma del Leone. Furono i Cinesi ad introdurre due costellazioni distinte e gli Arabi vi scorsero le figure di una grande "gazzella con il suo piccolo". Tale raffigurazione compare in un antico globo celeste della collezione borgiana datato 1225. L'astronomo polacco, forse, ispirandosi a quest'ultimo criterio e vincolato dalla preesistente costellazione del Leone ormai già conosciuta, risolse d'introdurre l'asterisma del piccolo leone con un duplice scopo: quello di placare la sua avversione per i "vuoti" del firmamento e quello di non contrariare gli astrologi del suo tempo, che male avrebbero tollerato l'inserimento di un segno di natura contrastante con quelli già omogenei della grande Orsa e del Leone.

VERGINE (Virgo, Vir)

La costellazione si estende ad ovest della Bilancia e viene raffigurata coi contorni di una giovane donna dalle belle fattezze. La Vergine, in qualità di antico "asterisma estivo" simboleggia forse Cerere, la dea delle messi (perciò con la spiga in mano); ma in essa venne anche salutata la figura di Diana, quella di Erigone o la Sibilla romana in procinto di discendere nel regno degli Inferi. Altre versioni vedono nella figura muliebre i tratti di Astrea, risalente nelle dimore celesti, dopo aver fatto dono ai mortali della bilancia di giustizia. Una tradizione egiziana vuole la costellazione consacrata ad Iside, la quale recando fra le braccia fasci di grano maturo, si era data a spargere a larghe mani chicchi di frumento per tutto il cielo, ove essi andarono a formare la Via Lattea. Secondo Plinio, la Vergine esercitava benefiche influenze sui destini umani, ma diveniva nefasta alle donne se una cometa appariva all'interno dei suoi confini. La stella più splendente è Spiga, che quasi tutti ritennero il simbolo della spiga di grano.

BILANCIA (Libra, Lib)

La Bilancia è l'unica costellazione zodiacale che si riferisce ad un oggetto inanimato. Presso gli Arabi non costituiva un asterisma indipendente, ma raffigurava le chela del contiguo Scorpione, tanto è vero che le stelle più brillanti che vi si trovano portano ancora denominazioni che hanno attinenza con le parti di questo aracnide (Zuben Ergenubi = chela del sud - Zuben Elshemali = chela del nord). Questi due astri

individuano i due piatti (o i due pesi) in equilibrio. Sembra che gli antichi Caldei non la conoscessero e che essa sia stata introdotta in epoca relativamente recente, per celebrare la giustizia praticata da Augusto nei confronti degli uccisori di Cesare, anche se alcuni pretesero di vedere nella costellazione Giulio Cesare in persona, sorreggente i piatti della bilancia, simboleggiante saggezza e giustizia. Con tali attributi, si disse, era apparso in cielo il defunto dittatore romano in occasione della celebre cometa del 43 a. C.

Ma esistono anche versioni che fanno risalire la Bilancia all'epoca dell'antica Grecia, come simbolo raffigurante Astrea, la dea della giustizia, oppure lo strumento di pesatura inventato da Mechus.

PEGASO (Pegasus, Peg)

Mitico cavallo alato, figlio di Medusa e di Poseidone, venne alla luce dal collo troncato della madre, uccisa da Perseo. Sulla sua groppa Perseo ritornò in Grecia dal paese delle Gorgoni e liberò Andromeda. A questa tradizione si intreccia un'antica saga corinzia, di cui è protagonista l'eroe Bellerofonte, anch'egli figlio di Poseidone. Bellerofonte si impadronì di Pegaso mentre il cavallo alato stava bevendo alla fonte Pirene. Con lui combattè contro la Chimera, le Amazzoni e i Lici. Ma quando volle salire fino all'Olimpo, Zeus lo punì facendolo precipitare. In seguito Pegaso fu adibito da Zeus al trasporto dei fulmini. Secondo la tradizione numerose sorgenti, tra cui la fonte Ippocrene sull'Elicona, erano sgorgate da un colpo del suo zoccolo sul terreno.

ANDROMEDA

Figlia di Cefeo, re degli Etiopi e di Cassiopea, era, come la madre, di rara bellezza. Essendosi Cassiopea vantata che sua figlia vicesse in beltà le Nereidi ed Era, Poseidone inondò l'Etiopia e getto sulle sue spiagge un mostro marino. L'oracolo, consultato sul modo di liberare il paese dal mostro, rispose che Era non si sarebbe placata se non quando Cefeo avesse abbandonato sua figlia al mostro. Gli Etiopi costrinsero il re ad ubbidire ai voleri della dea, e Andromeda fu legata ad uno scoglio. Ma Perseo, che tornava dalla sua spedizione contro le Gorgoni, la vide, uccise il mostro, pietrificandolo per mezzo della testa di Medusa, e sposò Andromeda, dopo aver vinto in duello Fineo, già fidanzato di Andromeda ma che non aveva saputo difenderla. Pallade, dopo la morte di Andromeda, la pose fra le costellazioni.

PERSEO

Eroe argivo, figlio di Zeus e di Danae. Delle molte leggende che lo fanno protagonista di varie vicende e che lo ricollegano perfino ai Persiani come capostipite, la più diffusa è quella che lo dice nato dal connubio, sotto forma di pioggia d'oro, di Zeus con Danae, chiusa dal padre Acrisio in una torre di bronzo, perchè non gli generasse un nipote destinato, secondo l'oracolo, a ucciderlo. Gettato in mare appena nato in una cassa insieme con la madre, approdò a Serifo, dove il re Polidette accolse i due naufraghi. Fattosi adulto, fu indotto dal re, desideroso di sbarazzarsi di lui per sposare Danae, a promettergli in dono la testa di Medusa, che abitava nell'estremo Occidente. Con l'aiuto degli dei riuscì nell'impresa e, nel viaggio di ritorno, poté liberare la bella Andromeda

dal mostro marino cui era stata esposta e prenderla come sposa. Ritornato a Serifo e, dopo aver punito Polidette, alla nativa Argo, quivi o in un'altra città, durante una gara ginnica, colpì a morte involontariamente con il disco il nonno Acrisio, così come aveva predetto l'oracolo. Scambiò quindi con il cugino Megapente il trono di Argo con quello di Tirinto.

BALENA (Cetus, Cet)

La Balena è il mostro marino inviato da Poseidone per punire la superbia di Cassiopea, madre di Andromeda. Essa venne uccisa da Perseo, che poi sposò Andromeda, e fu trasferita in una plaga del cielo assai lontano dalla regina d'Etiopia.

TRIANGOLO (Triangulum, Tri)

Questa costellazione era già nota in epoche preclassiche, grazie alla disposizione delle tre stelle principali, che ricordano un triangolo molto acuto o meglio un cuneo aguzzo. Si ritiene che il triangolo sia un simbolo del delta del Nilo, posto in cielo per ricordare gli astronomi e gli studiosi di Alessandria. Le antiche tribù ebraiche vi scorsero invece il Salish, un loro strumento musicale a forma triangolare.

ARIETE (Aries, Ari)

E' il montone dal vello d'oro che salvò Frisso ed Elle, destinati al sacrificio dalla matrigna Ino. Erano figli della dea delle nubi, Nefele, e di Atamante, re di Orcomeno. Questi aveva abbandonato la moglie per sposare Ino. Nefele, offesa dall'ingiuria fattale, mandò una carestia su Orcomeno, ed allora Ino, che odiava i figli della sua rivale, riuscì a persuadere il marito che gli dei si sarebbero placati se fossero stati loro sacrificati Frisso ed Elle. Ma Nefele riuscì a metterli salvo i suoi figli, che, in groppa al montone dal vello d'oro, si diressero in volo verso la Colchide. Durante il volo però Elle cadde in quel braccio di mare che divide l'Europa dall'Asia e che a ricordo prese il nome di Ellesponto, cioè "mare di Elle". Frisso, una volta giunto alla meta, sacrificò l'ariete al dio Marte, consacrandogli la preziosa pelliccia, che fece poi appendere ad un albero e vigilare da un drago che non dormiva mai; là rimase finché Giasone non andò con gli Argonauti ad impadronirsene.

PESCI (Pisces, Psc)

Tutte le mappe celesti del passato, risalenti ai Persiani, ai Caldei, ai Mesopotamici, sogliono raffigurare questa costellazione con il profilo di una coppia di pesci collegati per la coda da un nastro svolazzante. La leggenda narra che nei due pesci sono celati Venere e suo figlio Cupido, trasformati sotto tali spoglie da Giove, onde sottrarli all'impeto del tremendo gigante Tifone, che infestava le rive dell'Eufrate.

ACQUARIO (Aquarius, Aqr)

La sagoma della figura è piuttosto arbitraria: un fiotto d'acqua che esce da un vaso e finisce in bocca al Pesce Australe. Per i Greci l'Acquario era Deucalione, figlio di Prometeo e marito di Pirra. Narra la leggenda che quando Zeus, indignato per la

malvagità degli uomini dell'età del ferro, decise di distruggerli inondando la terra, solo Deucalione e Pirra furono trovati giusti per sfuggire al generale castigo. Su consiglio di Prometeo costruirono pertanto un'arca, che galleggiò sulle acque per nove giorni e approdò, infine, su una vetta del monte Parnaso. Mossi dal desiderio di ripopolare la terra, i due superstiti, rivoltisi all'oracolo di Delfi, ebbero il responso che per ottenere tale intento, dovevano gettare dietro le spalle "le ossa della grande madre". Come Deucalione interpretò che si trattava delle pietre della madre Terra, egli stesso e la moglie, copertisi il capo, lanciarono dietro le spalle pietre, che si trasformarono in uomini e donne, a seconda che erano state scagliate dall'uomo o dalla donna. Rinacque così la stirpe umana, della quale Deucalione e Pirra furono considerati progenitori. In alcuni documenti sembra che l'Acquario rappresentasse il giovinetto Ganimede, che fu rapito da Giove sotto le sembianze di aquila e portato sull'Olimpo, dove divenne il coppiere degli dei.

ORSA MAGGIORE

Questa costellazione fu conosciuta dall'uomo nell'età neolitica, infatti si trovano disegni su conchiglie e ricci marini fossili. L'Orsa Maggiore era conosciuta nell'antichità classica col nome di *Foinice*, mentre i Fenici denominavano questa costellazione, che indicava loro la strada, col nome di *Dubé*, e *Dubhe* fu chiamata dai popoli arabi la stella più luminosa di questa costellazione.

Fra le prime citazioni riguardanti l'Orsa Maggiore, si ricorda quella contenuta nel Libro di Giobbe (presumibilmente del XV sec. a.C.), ove essa è chiamata *Mezarim*; anche Omero (IX sec. a.C.) ne parla nella descrizione dello scudo di Achille. Gli Egiziani vedevano nell'Orsa Maggiore un ippopotamo da essi denominato Horus, mentre i Galli vi scorgevano un cinghiale e lo riprodussero sul dorso delle loro monete. I Greci la chiamarono *Arctos*, che significa appunto "Orso" e al vocabolo risale l'appellativo di "artiche" attribuito alle regioni più settentrionale della Terra. Sempre i Greci la chiamarono anche *Callisto* (la "bella") ed *Elica* ("avvolgentesi" con riferimento alla sua perpetua rivoluzione intorno al polo). La sua origine mitologica è legata a Callisto, figlia di Licaone, re d'Arcadia, e madre di Arkas. Di lei si sarebbe invaghito Zeus, fino a suscitare la gelosia di Era, sua moglie. La vendetta di Era si scatenò, e la rivale fu trasformata in orsa: sorpresa in tale forma da Arkas, sarebbe stata senz'altro uccisa da costui se Zeus non l'avesse tempestivamente trasferita nel firmamento sotto forma di costellazione. Arkas, conosciuta la vicenda, pare che ne morì dal dolore e fu anch'esso trasferito nelle plaghe celesti, insieme al proprio cane fedele, andando a formare le costellazioni contigue del Bifolco e dell'Orsa Minore.

La stella Polare, l'astro più luminoso di questa costellazione, era conosciuta infatti nell'antichità col nome di *Cynosura* che sta a significare "la coda del cane"; mentre Arturo, che è la stella principale dell'altra, vale per l'"occhio del guardiano" e ricorda che il mitico Arkas è eternamente impegnato a sorvegliare la Grande Orsa in cui è celata la madre, per preservarla forse da ulteriori vendette celesti.

Le prime comunità cristiane videro nelle due costellazioni Lazzaro che si solleva dal suo letto funebre dinanzi alla presenza stupefatta delle tre pie donne, Marta, Maria e Maddalena. Sempre nell'ambito della tradizione cristiana, come appare nel "Coelum Stellatum Christianum", l'Orsa Maggiore è la Barca di S. Pietro, mentre l'Orsa Minore è S. Michele.

ORSA MINORE (Ursa Minor, UMi)

E' una costellazione caratterizzata da sette stelle, dette del Piccolo Carro, che ricordano quasi alla perfezione le analoghe stelle dell'Orsa Maggiore, dette del Grande Carro, salvo che per l'orientamento, che qui appare rovesciato. Fin dai tempi antichi è stato individuato in essa il misterioso cardine intorno a cui ruota la volta del firmamento in senso contrario alle lancette dell'orologio. Attualmente questo cardine si trova situato nelle immediate vicinanze dell'astro più lucente, la α UMi che, per tale ragione, è chiamata anche Stella Polare.

DRAGO (Draco, Dra)

La costellazione del Dragone è poco appariscente, salvo le quattro stelle maggiori che identificano la testa del mostro. Il resto del corpo si avvolge serpeggiando intorno al Polo Nord e dunque attorno all'Orsa Minore.

Secondo la mitologia si tratta del Drago Ladone, figlio di Tifone e di Echidna, che aveva cento teste e parlava diverse lingue. Custodiva il Giardino delle Esperidi, ove crescevano, dondolando ad alberi fatati, i pomi d'oro che Giunone aveva portato in dono allorché era andata sposa a Giove. Venne ucciso da Ercole nel corso di una delle sue leggendarie fatiche e Giunone volle che il firmamento rescasse per sempre il ricordo del fedele guardiano.

La figura del drago o serpente celeste, fu comune presso molte e diverse popolazioni dell'antichità, e non poteva essere altrimenti, vista la configurazione allungata e sinuosa della costellazione che la rappresenta. Presso i Cinesi essa rivestì importanza fondamentale, tanto da diventarne l'emblema nazionale.

GIRAFFA (Camelopardalis, Cam)

E' una costellazione istituita recentemente e quindi non trova posto nelle leggende classiche. Descritta per la prima volta nel catalogo stellare di Hevelius, riunisce un gruppo sparpagliato di stelle poco vistose nelle regioni immediatamente circumpolari.

COSTELLAZIONI ESTIVE

CIGNO (Cygnus, Cyg)

Ha la forma di grande croce, per cui è facilmente riconoscibile fra le altre costellazioni estive.

Gli antichi avevano ravvisato in essa un cigno con il collo disteso sul lato più lungo della croce, le ali sui rami laterali e la coda sul lato più corto, all'estremità della quale brilla la stella Deneb, che in arabo significa proprio "la coda".

Dalla parte opposta di Deneb, sulla testa del cigno, c'è Albireo "il becco di gallina".

La Costellazione è attraversata centralmente dalla Via Lattea ed è accomunata al mito di Fetonte.

Si tramanda infatti come questo giovane, figlio di Apollo e di Climene, volesse un giorno guidare il Carro del Sole, ma a causa della guida inesperta, provocò un vero disastro cosmico, seguito dall'incendio parziale della volta del cielo e della superficie della Terra. Giove fulminò l'inesperto auriga, precipitandolo miseramente nel fiume Po,

ma poi, impietosito dalle suppliche di Cicno, re dei Liguri e molto amico del giovane, decise di assumere costui nel firmamento a simbolo perenne dell'amicizia fedele. Trasformato in candido cigno, Cicno si sollevò nel cielo, ove rimase, ad ali spiegate, immobilizzandosi in una costellazione mai vista, gremita di astri radiosi e solcata dalla Via Lattea, vaporosa e indelebile traccia dell'incendio celeste provocato da Fetonte.

Cicno è il nome di parecchi personaggi mitologici mutati alla morte in cigno, tra cui il figlio di Apollo e di Iria, il quale, disperato per aver perduto l'amore di un giovane che amava, si precipitò da una roccia, ma durante la caduta fu trasformato in cigno (Ov., *Metamorfosi*, 7).

Gli antichi scorgevano anche nella figura della costellazione il mitico Orfeo con la sua lira immortale, quest'ultima delineata dall'asterisma adiacente.

Altre varianti vi vedevano il mitico Cigno nel quale si era trasformato Giove alla conquista di Leda.

E' abbastanza comune indicare questa costellazione con la definizione di "Croce del Cigno" o "Croce del Nord" in contrapposizione alla costellazione della Croce del Sud.

Schiller, il quale cercò di cristianizzare il cielo mitologico, ribattezzò la costellazione col nome di **Santa Croce di Cristo e S. Elena**, accomunando il sacro patibolo e la madre dell'imperatore Costantino, la quale, secondo la tradizione, ne avrebbe trasportato le reliquie in Occidente.

LIRA (Lyra, Lyr)

Questa costellazione, nonostante la limitata estensione, si può riconoscere subito d'estate, grazie alla disposizione compatta delle sue stelle più significative.

Quattro di queste sono disposte a losanga e sul vertice settentrionale c'è Vega, che è la più luminosa e che risplende come un vero diamante celeste.

Essa ci ricorda il mitico strumento inventato da Mercurio, di cui, per varie vicende, venne in possesso Orfeo. Il poeta, accompagnandosi con essa, cantava così dolcemente che non solo gli animali più selvaggi, ma anche gli alberi e le pietre lo seguivano incantati. Questo leggendario musicista e poeta, dopo aver partecipato alla spedizione degli Argonauti, sposò Euridice e quando ella morì, morsa da un serpente, scese nell'oltretomba per riottenerla. Riuscì a commuovere col suo canto e col suono della lira Ade e Persefone, che gli concessero di condurre con sé la sposa, a patto che non si volgesse a guardarla prima di essere tornata sulla terra. Secondo la tradizione più nota, Orfeo non seppe resistere al desiderio e, voltatosi, perdette Euridice per sempre. Su alcune monete greche e romane la leggenda si trova puntualmente effigiata, ma molti popoli dell'antichità, fra i quali gli Arabi, anche in questa porzione di cielo vollero vedervi raffigurato un volatile.

E' forse collegandosi a codesta tradizione che nella Carta VIII dell'Atlante di Bode vi si trova addirittura disegnato l'esotico uccello-lira.

AQUILA (Aquila, Aql)

Questa costellazione è tagliata esattamente a metà dalla linea dell'equatore celeste e pertanto al momento della culminazione si viene a trovare elevata, in media, di 50° sull'orizzonte.

Altair e le altre due stelle luminose raffigurano una testa di uccello, le cui ali spiegate sono rappresentate da stelle meno brillanti.

Questa costellazione è molto antica, la sua figura ricorre anche in una pietra d'origine mesopotamica risalente al 1200 a. C., che rappresenta i cieli e che fu rinvenuta nella valle dell'Eufrate. La leggenda vuole che l'aquila sia Zeus, così trasformatosi per rapire il giovinetto Ganimede. Gli antichi del mondo classico proposero anche la variante del rapace in atto di divorare il fegato di Prometeo legato alla rupe del Caucaso.

La leggenda narra che Zeus aveva negato agli uomini il fuoco, così avrebbero dovuto mangiare la carne cruda. Ma Prometeo rubò il fuoco dall'Olimpo e ne fece dono agli uomini. Adirato, Zeus pensò di vendicarsi e lo fece incatenare ad una rupe. Poi gli incitò contro un'aquila che gli divorava il fegato immortale, il quale di notte gli cresceva tanto quanto di giorno gliene aveva rosato l'uccello.

Prometeo avrebbe dovuto soffrire questo supplizio in eterno, se non fosse stato per Ercole che uccise l'aquila, che fu poi trasformata da Zeus in costellazione.

Gli Arabi vi scorsero anch'essi nella costellazione una grande aquila volante e usarono il nome di *elnars-el-tair* da cui derivò la denominazione di Altair (l'aquila in volo) conservata dalla stella più brillante.

OFIUCO-SERPENTE (Ophiuchus, Oph - Serpens, Ser)

La costellazione è nota da almeno cinquanta secoli e gli antichi, salvo poche varianti, vi videro la figura di un uomo gigantesco, stringente un lungo serpente.

Essa fu detta Serpentario, ma in seguito venne distinta nella figura umana vera e propria (designata con l'etimo greco Ofiuco, che vuol dire "il portatore del serpente") e in quella del sinuoso rettile, il quale, sporgendo a destra e a sinistra, sembra annaspere col lungo collo in direzione nord-ovest (Testa del Serpente), nel mentre annoda le proprie spire caudali lungo il fianco sud occidentale di Ofiuco (coda del Serpente).

La leggenda vuole che il serpentario non sia altro che Esculapio, figlio di Apollo, che fu educato da Chirone nell'arte medica e che cercava di alleviare le sofferenze del genere umano.

Si narra che questi avrebbe guarito dalle ferite anche Ercole, ma in seguito, divenuto ambizioso, si mise a resuscitare i morti, sorpassando la misura imposta da Zeus ai mortali, per cui venne fulminato dal dio.

Il serpente è il simbolo tradizionale del dio della medicina. Secondo un'altra variante rappresenterebbe Laocoonte, che insieme ai suoi figli venne stritolato dal terribile serpente marino, suscitato contro di essi da Nettuno, adirato a causa di Laocoonte stesso, che aveva voluto mettere in guardia i Troiani nei confronti del cavallo di legno lasciato dagli Achei sotto le mura della città di Troia.

CAPRICORNO (Capricornus, Cap)

Questa costellazione è molto antica; Eudosso la cita nel quarto sec. a.C., ma già i Caldei parlavano di essa, tratteggiandola sotto forma di capra.

Presso i Babilonesi era detta "pesce-capra" e lo strano animale viene infatti di solito rappresentato da un essere dalla testa di caprone e dal posteriore di pesce.

Qualcuno ha voluto vedere in essa la capra Amaltea che, secondo il mito, nutrì Giove fanciullo nell'isola di Creta.

Secondo un'altra leggenda sarebbe Pan, trasformatosi per sfuggire al gigante Tifone. Si narra che questo mostruoso gigante irruppe in una festa tenuta dalle divinità silvestri lungo il Nilo. Tutti fuggirono in preda allo spavento ed il dio Pan, dal profilo caprino,

protettore dei boschi e dei cacciatori, non trovò di meglio che gettarsi nelle acque del fiume trasformandosi malamente in animale acquatico.

SAGITTARIO (Sagittarius, Sgr)

Questa costellazione è attraversata dalla Via Lattea nel suo angolo occidentale ed è rappresentata come un centauro, cioè mezzo cavallo e mezzo uomo.

Essa vuole ricordare l'inventore dell'arco e delle frecce, cioè Chirone, figlio di Crono e Filira, il più famoso e sapiente dei centauri. Esperto guaritore di ferite e di malattie, venne considerato l'inventore della medicina e della chirurgia. Egli aveva la sua dimora in una grotta ai piedi del monte Pelio, la quale fu ritenuta la più famosa scuola della Grecia. Educò nell'arte della guerra, nella medicina e nell'astronomia molti eroi, come Ercole, Giasone, Esculapio, Castore e Polluce, Ulisse, Diomede ed Achille. Era anche espertissimo suonatore di lira, col suono della quale si diceva avesse persino risanato i malati. Giove gli aveva concesso il dono dell'immortalità, ma Chirone lo scongiurò di togliergliela quando, nell'aspra guerra mossa da Ercole ai Centauri, una freccia dell'eroe, deviando dal suo bersaglio, lo ferì al ginocchio d'una ferita dolorosissima e inguaribile: perché le frecce di Ercole erano bagnate nel sangue avvelenato dell'Idra di Lerna. Per sottrarre Chirone agli atroci tormenti della crudele ferita, Giove, mosso a pietà di lui, acconsentì che morisse; e, per renderne immortale almeno il nome, lo convertì nella costellazione del Sagittario.

Benché identificato in generale dai popoli antichi con un centauro o un gigante-arciere, l'asterisma ebbe anche raffigurazioni diverse.

Presso gli Ebrei, secondo alcune frasi attribuite a Giacobbe, ricordava il simbolo tribale dell'arco di Manasse; divenne l'evangelista Matteo per i Cristiani di epoca tarda.

Ai Babilonesi il raggruppamento degli astri ricordava il "re gigante della guerra" e ne affidarono la tradizione in numerosi bassorilievi, mentre gli Arabi vollero scorgervi una mandria di struzzi all'abbeverata insieme al loro custode.

SCORPIONE (Scorpius, Sco)

Anche se qualche antico documento la raffigura sotto l'aspetto di un rettile o di un coccodrillo, la generalità dei popoli del passato volle scorgere nella costellazione il velenoso aracnide dal terribile pungiglione.

Scorpione fu per gli Egiziani; scorpione fu per gli Arabi e anche per i Greci, che vi scorsero il mezzo col quale Giunone riuscì ad uccidere il gigante Orione.

Fra coloro che dedicarono la plaga a figurazioni diverse dallo scorpione furono gli Ebrei per i quali essa disegnava Dan, emblema tribale rappresentato da un basilisco incoronato; e i Cinesi che la definirono "costellazione del Drago Azzurro".

La figura dello scorpione appare anche fra le divinità egiziane insieme a quella dello scarabeo e molti templi ad essa dedicati erano orientati dalla parte ove solitamente sorge Antares (α dello scorpione).

VOLPETTA (Vulpecula, Vul)

L'origine di questa costellazione risale al XVII sec. ed è opera di Hevelius, l'infaticabile cartografo del cielo. Poiché gli astronomi precedenti non si erano curati di raccogliere in

un gruppo regolarmente denominato un certo numero di stellucce senza importanza, disperse fra le costellazioni del Cigno e della Freccia, lo studioso di Danzica decise, come in troppe occasioni analoghe, di provvedere. Nel 1690 il suo Catalogo, appena pubblicato, recava non uno, ma addirittura due nuovi asterismi raffigurati nella plaga celeste: un volpacchiotto e un'oca spaurita. Col tempo la costellazione dell'Oca scomparve dal firmamento e la Volpetta ebbe tutta l'area celeste a disposizione.

DELFINO (Delphinus, Del)

E' una minuscola costellazione con un gruppo centrale di stelle disposte a losanga, sulla cui estremità, a sud, vi è un'appendice di altre tre o quattro stelle disposte secondo una curvatura ovest-est.

Gli antichi con la loro fantasia vi hanno raffigurato il simpatico animale marino che, secondo la leggenda, mise in salvo Arione, poeta lirico e suonatore di cetra di Metimma, che visse alla corte di Periandro, re di Corinto. Si narra che il poeta, di ritorno da una tournée in Italia, fu dai marinai, avidi delle sue ricchezze, depredato di quanto possedeva; e già stava per essere gettato in preda ai pesci, quando chiese ed ottenne dai suoi persecutori di poter prima suonare una volta ancora il suo strumento, per consolarsi della prossima fine, dopo di che si sarebbe da solo gettato in mare.

Allora, rifugiatosi sulla poppa della nave, coronato il capo di una ghirlanda, cominciò a suonare con tanta dolcezza che i delfini, presi dall'incanto della sua musica, si radunarono intorno a lui, finchè Arione si gettò sul dorso del delfino più grosso, il quale lo portò in salvo.

Secondo un'altra leggenda, riportata da Ovidio, il delfino sarebbe l'animale mandato da Nettuno a scoprire il rifugio di Anfitrite, di cui si era invaghito. Infatti si narra che Anfitrite per lungo tempo si sia rifiutata di sposare Nettuno, finchè si sarebbe lasciata persuadere proprio dalle insistenti sollecitazioni del delfino.

Cigno

_ Cygni o Denelo (coda) ha una magnitudine di 1,2, una luminosità 10.000 volte quella del Sole, dista 1500 a.l., è di tipo spettrale A2, ha una velocità radiale di -4 Km/s.

β Cygni o Albireo (uccello) è una stella doppia, le componenti hanno 3,2 e 5,4 di magnitudine, dista 300 a.l.

_ Cygni o Schedir (petto) dista 500 a.l. , tipo spettrale F2, ha una luminosità 2000 volte il Sole. Nella costellazione vi sono numerosi ammassi tra cui M29 distante 3100 a.l. e NGC 7000, la famosa nebulosa Word America, distante 3600 a.l.

ANDROMEDA

_ Andromedae o Alpheratz (spalla del cavallo) ha una magnitudine 2,1, dista 105 a.l., è 100 volte più luminosa del Sole, tipo spettrale B8.

β Andromedae o Mirach (grembiule), ha una magnitudine 2,2, è una gigante rossa di tipo MO, dista 82 a.l.

_ Andromedae o Alcmak (lince), dista 160 a.l. Di notevole importanza è la Galassia M 31 (la galassia di Andromeda) dista 2,25 milioni di a.l., ha un diametro di 80.000 a.l., ha una massa di 370 miliardi di masse solari, ha una velocità radiale di -297 Km/s.

PERSEO

_ Persei o Algenib (nel lato destro) dista 470 a.l., è 5400 volte più luminosa del Sole, ha una magnitudine di 1,9.

SPETTRO ELETTRROMAGNETICO ED ANALISI SPETTRALE

In astronomia è di importanza fondamentale l'analisi della luce proveniente dalle stelle, perchè da essa si ottengono, come vedremo, delle informazioni altrimenti impossibili.

Lo strumento che permette ciò è lo spettrometro. Esso è costituito sostanzialmente da un prisma, che scinde la luce nelle sue componenti, che poi vengono proiettate su uno schermo o registrate su una lastra fotografica.

La luce visibile viene scomposta nei singoli colori. Ogni colore ha una lunghezza d'onda, che va dagli 8000 Å (Angstrom = un decimilionesimo di centimetro) del rosso ai 4000 Å del violetto, passando per l'arancio (7000 Å), il giallo (6000 Å), il verde (5000 Å), il bleu (4500 Å).

Gli spettri delle stelle e del Sole presentano delle righe scure su fondo continuo (raramente chiare su fondo continuo).

Le righe scure più marcate furono scoperte da Wollaston nel 1802 e nel 1824 Fraunhofer le indicò con l'alfabeto latino.

La loro interpretazione fu possibile solo quando Bunsen e Kirchoff in laboratorio, bruciando i vari elementi chimici, stabilirono le basi dell'analisi spettrale.

Esse sono:

- 1) un corpo incandescente solido, liquido o gassoso ad alta temperatura e pressione presenta uno spettro continuo;
- 2) i gas incandescenti, ma a bassa temperatura e pressione presentano uno spettro discontinuo, formato da una serie di brillanti righe di emissione di emissione, corrispondenti a varie lunghezze d'onda; ogni elemento chimico presenta alcune righe di emissione che gli sono caratteristiche, per cui dall'esame dello spettro di emissione di un gas è possibile dedurre la composizione chimica;
- 3) se la luce proveniente da un corpo che emette uno spettro continuo passa attraverso un gas a bassa pressione, questo sottrae alcune lunghezze d'onda. Si produce così uno spettro continuo interrotto da righe oscure, le righe di assorbimento (o di Fraunhofer), che corrispondono esattamente alle lunghezze d'onda delle righe luminose che quello stesso gas emetterebbe in stato di eccitazione.

Ciò spiega perchè lo spettro del Sole e delle stelle presenta righe scure (di assorbimento) su fondo continuo, infatti la luce degli strati interni attraversando gas più freddi degli strati esterni, assorbe energia alle lunghezze d'onda proprie caratteristiche determinano le righe di assorbimento, permettendo quindi anche la propria identificazione.

Per poter comprendere compiutamente tutto questo è indispensabile chiarire i meccanismi di emissione e di assorbimento della luce nell'atomo più semplice, quello di idrogeno.

L'idrogeno possiede un elettrone, che può ruotare solo in orbite stabilite. Quanto più esterna è l'orbita tanto maggiore è l'energia necessaria all'elettrone per potervi

stazionare. Quando un elettrone salta da un'orbita interna ad una esterna assorbe una determinata quantità di energia a una determinata lunghezza d'onda fornita dall'esterno; quando invece salta da una esterna a una interna fornisce energia sempre con lunghezza d'onda ed energia determinata. In particolare il salto dalla prima alla seconda orbita richiede un'energia di 10,19 eV (eV = elettron-volt = l'energia che un elettrone acquista quando è sottoposto alla differenza di potenziale di un volt), corrispondente a 1266 Å (luce ultravioletta invisibile). Per il salto dalla prima alla terza orbita sono richiesti 12,07 eV, corrispondenti a 1026 Å. La luce visibile è prodotta da salti che terminano sulla seconda orbita, il salto dalla terza alla seconda corrisponde a 6563 Å (quindi tra il giallo e l'arancio) e così via.

Quindi ribadiamo che salti verso orbite interne provocano rilascio di energia (spettro di emissione), salti verso l'esterno richiedono energia (spettro di assorbimento) e dal momento che ogni atomo ha uno spettro caratteristico, l'analisi spettrale di un gas permette di determinare gli elementi che lo compongono e le temperature .

In conclusione ci si può rendere conto quanto importante sia l'analisi spettrale della luce delle stelle, perchè da essa è possibile determinare gli elementi che le compongono, le loro abbondanze relative e le temperature.

LA FORMAZIONE DELLE STELLE

Questo è uno degli argomenti in cui maggiormente ci si rende conto della stretta relazione tra fenomeni dell'infinitamente grande e fenomeni dell'infinitamente piccolo; di come cioè le conoscenze della fisica nucleare siano indispensabili per spiegare fenomeni di dimensioni ben maggiori come quelli della formazione delle stelle.

Quando si incominciò a tentare una spiegazione di questo fenomeno, gli scienziati si accorsero che non era possibile pensare al Sole come a una enorme massa di carbone e ossigeno in combustione, perché se così fosse stato si sarebbe esaurito in circa 5.000 anni.

Per cui la prima teoria accettabile fu quella gravitazionale proposta da Lochyer nel 1890. Secondo questa teoria dalle nubi cosmiche, quando si raggiungevano determinati valori di temperatura e densità, per aggregazione gravitazionale si formavano le stelle.

Tale teoria trovava valido supporto nel diagramma di H.R., che veniva interpretato come schema dell'evoluzione stellare.

Dopo la sua formazione una stella passava attraverso fasi: da gigante rossa, tipo Betelgeuse, a gialla tipo Capella, a bianca tipo Rigel o Sirio, a gialla di nuovo tipo Sole, a nana rossa tipo stelle di Barnard, infine a stella scura di densità massima.

Man mano che la stella attraversava le varie fasi assumeva dimensioni sempre più ristrette.

Ben presto ci si accorse che tale teoria non poteva essere sostenuta, perché la vita massima che una stella avrebbe potuto avere era all'incirca di 100 milioni di anni, e ciò era in evidente contrasto con le scoperte geologiche che assegnavano alla Terra e al Sistema Solare una vita ben più lunga.

In realtà questa teoria non era del tutto priva di verità, perché la prima fase della condensazione delle nubi cosmiche presenti nel disco delle galassie è determinata proprio dall'attrazione gravitazionale.

Queste nubi vengono chiamate complessi giganti di nubi molecolari. Il gas che compone questa nube è prevalentemente idrogeno molecolare. Il diametro di queste nubi può raggiungere i 300 a.l. Le stelle si formano nella regione centrale denominata nucleo. I nuclei vengono osservati con i radiotelescopi e hanno un diametro di circa un mese luce, una densità di 30.000 molecole per cm^3 e una temperatura di 10°K .

Al centro del nucleo il gas collassa e comincia a dare origine alla stella, che ha un diametro di circa un secondo luce. In questo processo di collassamento una massa uguale a quella del Sole si può formare in un periodo che va da 100.000 a 1 milione di anni.

L'oggetto che si forma si chiama protostella. Il gas che cade sulla protostella si scalda sino a una temperatura di un milione di Kelvin, per poi raffreddarsi di nuovo sino a 1000°K . L'elevata temperatura del gas in caduta spiega la grande luminosità di queste stelle (da 6 a 60 volte quella del Sole). Quando nel nucleo della protostella si è accumulata sufficiente materia (qualche decimo della massa solare), la temperatura diventa sufficientemente elevata da provocare i processi di fusione nucleare. In particolare alle temperature di un milione di Kelvin si produce la fusione del deuterio in elio con produzione di grande quantità di energia. Quando le stelle raggiungono la maturità e la temperatura raggiunge valori più elevati, si ha la fusione dell'idrogeno in elio. E' da mettere in risalto che intorno alla protostella si forma un disco da cui si può sviluppare un sistema di pianeti.

Da questo punto in poi la vita della stella può durare anche diversi miliardi di anni ed è inversamente proporzionale alla sua massa: quanto più grande è la massa tanto più breve è la sua vita.

IL BIG BANG

Il modello di Universo pressoché unanimamente accettato è il Modello Standard o più comunemente chiamato del Big Bang.

Questo modello è ampiamente confermato anche dalle più recenti osservazioni, quelle effettuate con il satellite COBE.

Tre sono i fatti che portano alla formulazione di questo modello:

- 1) la recessione delle galassie: le osservazioni dicono che le galassie si stanno allontanando da noi e tra di loro, solo localmente può accadere che le galassie si avvicinino;
- 2) la radiazione cosmica di fondo: quella radiazione che pervade pressoché uniformemente tutto l'Universo. Recentemente è stata misurata un'anomalia con il satellite COBE in questa distribuzione, che conferma e dà ulteriore credito a questo modello;
- 3) il rapporto di abbondanza relativa elio-idrogeno, che ha lo stesso valore medio in tutte le galassie.

Nel 1964 Penzias e Wilson dei laboratori Bell, mentre effettuavano delle esperienze nel campo delle microonde, scoprirono una radiazione elettromagnetica compresa nell'intervallo tra le microonde e l'infrarosso.

Tale radiazione corrispondeva a quella che emetterebbe un corpo nero che abbia la temperatura di 2,7 gradi Kelvin.

Essa poteva essere spiegata solo come residuo di un'immensa esplosione avvenuta circa 15 miliardi di anni fa; specificatamente poteva provenire dal momento in cui la temperatura dell'universo era scesa a 4000 Kelvin: in questo momento poté essere possibile la formazione di atomi stabili, non distruttibili in successive interazioni con le radiazioni.

Questo è detto tempo della formazione degli atomi. Da quel momento atomi e radiazioni ebbero per così dire vita indipendente. Da quel momento l'universo ha continuato a raffreddarsi, raggiungendo l'attuale temperatura media che è appunto di 2,7 Kelvin.

Per quanto riguarda l'uniformità dell'abbondanza relativa elio-idrogeno, che è compresa tra il 20% e il 24%, c'è da dire che essa può trovare giustificazione solo nel fatto che l'elio e l'idrogeno si siano formati nei primi istanti di vita dell'universo.

Partendo dall'inizio del tempo sino ad arrivare agli attuali 15 miliardi di anni, cerchiamo di suddividere la vita dell'Universo in una serie di 11 fotogrammi.

Primo fotogramma.

Tempo cosmico: $t=0,1$ secondi dopo il big bang. La temperatura è di circa 45 miliardi di Kelvin. L'energia delle particelle è di circa 6 MeV (milioni di elettronvolt).

Le particelle che formano l'universo sono elettroni, positroni, neutrini, antineutrini e fotoni. Molto piccolo è il numero dei protoni e dei neutroni, uno ogni qualche miliardi di fotoni.

Secondo fotogramma.

Tempo cosmico: $t=1,1$ secondi dopo il big bang. La temperatura media è di circa 14 miliardi di Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di circa 2 MeV.

E' il momento di disaccoppiamento dei neutrini, cioè il momento in cui i neutrini non interagiscono più con la materia e diventano indipendenti. Al tempo di 1,1 secondi, il numero relativo dei protoni aumenta rispetto a quello dei neutroni (76% protoni e 24% neutroni), a causa del diverso comportamento di queste particelle. Cominciano anche ad avvenire fusioni tra protoni e neutroni con formazione di deuterio che però ha vita breve.

Terzo fotogramma.

Tempo cosmico: $t=14$ secondi dopo il big bang. La temperatura media è di 4 miliardi di Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di 0,5 MeV.

E' il momento dell'annichilazione delle coppie $e^+ e^-$ (positrone- elettrone), cioè della loro trasformazione in energia (onde elettromagnetiche).

Il livello di energia dell'universo è diventato troppo basso perché da un'onda elettromagnetica possa formarsi una coppia $e^+ e^-$, per cui si ha la scomparsa degli elettroni e dei positroni. Resta solo un piccolo numero di elettroni, che era in eccesso rispetto ai positroni ed il loro numero era esattamente uguale al numero dei protoni. Questa è detta era della radiazione.

Quarto fotogramma.

Tempo cosmico: $t=1$ minuto dopo il big bang. La temperatura media è di 2 miliardi di Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di 250 KeV (mille elettronvolt).

Continua la trasformazione dei neutroni e dei protoni sino ad arrivare a 14% di neutroni e 86% di protoni. In questo momento i principali componenti dell'universo sono: fotoni, neutrini, antineutrini e piccole percentuali di elettroni, protoni e neutroni.

Quinto fotogramma.

Tempo cosmico: $t=200$ sec. dopo il big bang. La temperatura media è di un miliardo di Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di 140 KeV.

E' il momento in cui si ha la formazione di elio e deuterio.

Sesto fotogramma.

Tempo cosmico: $t=30$ minuti dopo il big bang. La temperatura media è di 300 milioni di Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di 45 KeV.

I principali costituenti dell'universo sono fotoni e neutrini. La materia presente è formata per il 24% di elio e il 76% di protoni. Questo è il tempo in cui inizia l'era della materia.

Settimo fotogramma.

Tempo cosmico: $t=300.000$ anni dopo il big bang. La temperatura media è di 4.000° Kelvin. L'energia cinetica delle particelle è di 0,5 eV.

E' il momento della formazione degli atomi (idrogeno e elio).

Ottavo fotogramma.

Tempo cosmico: 1 miliardo di anni.

Si formano le galassie. Si generano delle disuniformità spaziali nella distribuzione della materia, che per aggregazione gravitazionale va a formare le galassie e all'interno di queste le stelle.

Nono fotogramma.

Tempo cosmico: alcuni miliardi di anni.

Si hanno le prime esplosioni di supernove e l'universo si arricchisce di tutti gli altri elementi così come li conosciamo sulla Terra.

Decimo fotogramma.

Tempo cosmico: 10 miliardi di anni.

Si forma una nube cosmica nella quale per contrazione gravitazionale si forma il Sole e i suoi pianeti.

Undecimo fotogramma.

Tempo cosmico: 15 miliardi di anni.

Qualche milione di anni fa l'uomo compare sulla Terra.

FINE DI UNA STELLA

Il collasso, seguito dalla esplosione di una stella di grande massa, è uno degli spettacoli più imponenti della natura. Nei primi 10 secondi, quando il nucleo della stella implode per dare origine ad una stella di neutroni, viene emessa, dalla regione centrale del diametro di una trentina di Km, una quantità di energia pari a quella di tutte le altre stelle e galassie messe insieme che sono visibili nell'Universo.

L'esplosione di una supernova, fenomeno abbastanza raro, non è soltanto un immenso fuoco di artificio, essa è di importanza vitale per la storia dell'Universo, perché è la fucina degli elementi così come li conosciamo sulla Terra. Dopo il big bang i soli elementi che si formarono furono l'idrogeno e l'elio.

L'ultima esplosione avvenuta nella nostra Galassia fu quella del 1604 osservata da Keplero.

A partire dalla notte del 23 febbraio 1987, nella grande nube di Magellano, ad una distanza di 160.000 a.l., è esplosa la stella Sanduleak -69° 202. La storia ebbe inizio circa 11 milioni di anni prima. Nella nebulosa Tarantola della Grande Nube di Magellano si formò una stella di circa 18 masse solari. Per circa 10 milioni di anni questa stella bruciò il suo idrogeno trasformandolo in elio. Quando nella zona centrale si esaurì il processo di fusione dell'idrogeno in elio, poiché venne a mancare l'energia che poteva contrastare l'enorme forza gravitazionale, la stella cominciò a collassare e la densità del nucleo passò da sei grammi per centimetro cubo a 1.100 g/cm^3 e la temperatura passò da 40 a 190 milioni di Kelvin. A questo punto, negli strati interni si innescò la fusione dell'elio e sotto la spinta della forte radiazione proveniente da questi strati, gli strati esterni, dove l'idrogeno non era ancora del tutto bruciato, si espansero e la stella raggiunse un raggio di 300 milioni di km, diventando una gigante rossa. Nel nucleo della stella la fusione dell'elio in carbonio ed ossigeno durò circa un milione di anni. Nelle poche migliaia di anni di vita rimasti alla stella, il processo di esaurimento dei vari combustibili e successive contrazioni gravitazionali si ripeterono più volte sino allo scoppio finale. In particolare, esaurito l'elio, il nucleo si contrasse e quando raggiunse la densità di 240.000 g/cm^3 e la temperatura arrivò a 740 milioni di Kelvin, il carbonio cominciò a bruciare e si produssero neon, magnesio e sodio. A 1,6 miliardi di Kelvin e a 7,4 milioni di g/cm^3 bruciò il neon, poi l'ossigeno a 2,1 miliardi di Kelvin e 16 milioni di g/cm^3 e infine lo zolfo e il silicio a 3,4 miliardi di Kelvin e 50 milioni di g/cm^3 . Il nucleo della stella attraversò poi gli strati descritti in tempi sempre più rapidi; la fusione dell'elio avvenne in un milione di anni, quella del carbonio in 12.000 anni, quella dell'ossigeno in 4 anni, quella del silicio in una settimana. A questo punto il nucleo della stella si contrasse ed essa divenne una super gigante blu. Alla fine dell'ultima settimana, il nucleo della stella, al termine della fusione del silicio e dello zolfo, era costituito da ferro, nichel, cromo, cobalto, titanio, manganese.

Gli ultimi istanti di vita della stella furono caratterizzati da complessi processi. Il nucleo della stella, dalla massa pari a 1,4 volte il sole e con un raggio pari a metà di quello terrestre, in una frazione di secondo collassò fino a raggiungere una densità pari a quella del nucleo atomico, (270 miliardi di g/cm^3) formando una stella di neutroni.

Il 23 febbraio 1987, prima presso i rivelatori del Monte Bianco e successivamente presso i rivelatori di KamioKanda in Giappone ed in quelli degli negli Stati Uniti, furono individuati due fiotti di neutrini a testimonianza di questo straordinario evento.

CLASSIFICAZIONE DELLE GALASSIE E AMMASSI DI GALASSIE

La classificazione più nota delle galassie è quella di E. Hubble. In questa classificazione le galassie sono distinte in nebulose ellittiche, a spirale, a spirale barrata e irregolare. Hubble riportò anche le abbondanze relative osservate. Questi dati, però, devono essere corretti e si deve ritenere che il numero delle nebulose ellittiche e irregolari debba essere notevolmente inferiore a quello riportato da Hubble, per il semplice fatto che esse hanno magnitudini inferiori e quindi sono più difficilmente osservabili.

Tutte le galassie presentano una rotazione attorno al nucleo centrale rilevabile tramite l'effetto Doppler. Dalla rotazione è possibile, con le leggi di Newton, determinare la massa delle galassie.

Le nebulose a spirale Sb o Sbb hanno in media una massa di 40 miliardi di masse solari, le Sc e le Sbc 0,8 miliardi, le ellittiche 1,0 e le irregolari 0,2; è da dire che questi dati sono molto incerti.

Le galassie non sono distribuite casualmente o uniformemente nello spazio cosmico, ma formano degli aggregati chiamati ammassi e probabilmente gli ammassi formano dei super ammassi.

LA VIA LATTEA O GALASSIA

La Via Lattea è quella debole striscia luminosa che attraversa il cielo in agosto-settembre e la si può vedere attraversare da nord-est a sud-est le costellazioni di Auriga, Perseo, Cassiopea, Cefeo, Lucertola, Cigno, Aquila e Sagittario. Anche con un binocolo è possibile rendersi conto che è formata da una infinità di stelle. In realtà essa è la proiezione nella volta celeste della Galassia, di cui il nostro sistema solare fa parte. Con gli strumenti ottici non è possibile osservare fenomeni, verso il centro della Galassia, a distanza maggiore di 10.000 anni luce a causa della presenza della materia interstellare. Queste regioni sono state osservate e studiate più recentemente con l'uso dei radiotelescopi.

La Galassia è formata da innumerevoli stelle disposte in una struttura a disco molto appiattito, il cui cerchio massimo è l'equatore galattico. La concentrazione delle stelle aumenta rapidamente dai poli verso l'equatore ed è massima in direzione della costellazione del Sagittario, verso cui si trova il centro della Galassia, ed è minima a 180° in direzione di Orione e del Toro (costellazioni invernali).

Dalle osservazioni si evince che la Galassia ha una struttura a spirale, come le altre galassie. Le stelle e la materia che le formano sono disposte in bracci a spirale che partono dal centro e si aprono verso la periferia.

Le stelle ruotano intorno al centro galattico secondo le leggi di Keplero e Newton. Il sole si trova in uno dei bracci a spirale ad una distanza di 10.000 parsec dal centro. Il diametro massimo del disco galattico è di 30.000 parsec. Il Sole si trova a 14 parsec nord del piano galattico e ruota intorno al centro galattico a una velocità di 200 km al sec. e impiega circa 227 milioni di anni? a compiere un giro completo. La massa della Galassia è di circa 200 miliardi di masse solari.

IL SISTEMA SOLARE

Il sistema solare si è formato a partire da circa 4,6 miliardi di anni fa.

Molte sono le teorie con le quali gli scienziati hanno cercato di spiegare la formazione del sistema solare. Secondo Von Weizsäcker (1944) il sistema planetario si è formato da una nube gassosa che circondava il sole, di massa pari a 1/10 di quella solare e densità media di circa un decimiliardesimo di grammo per cm. cubo.

Gli elementi che formavano la nube ruotavano intorno al sole secondo delle ellissi. Si sarebbero formati dei vortici in cui la materia si andava ad aggregare per formare i protopianeti. I vortici in cui era possibile tale processo erano solo quelli le cui ellissi avevano una bassa eccentricità (le ellissi dei pianeti sono tutte a bassa eccentricità, cioè sono molto somiglianti a delle circonferenze). Questo processo sarebbe durato circa 100 milioni di anni. Successivamente il sistema si è evoluto fino alla attuale configurazione. Altre teorie d'inizio secolo prendevano in considerazione l'interazione di una stella di passaggio vicino al sole come causa del sistema dei pianeti.

Nel 1960 F. Hoyle introdusse nella teoria nebulare l'azione del campo magnetico solare. Secondo la teoria accrescitiva di Lyttleton (1961) il sistema di pianeti si sarebbe formato a causa dell'attraversamento di una nube cosmica da parte del sole. Le dimensioni della nube sarebbero state di circa un anno luce e il sole l'avrebbe attraversata in un milione di anni.

Secondo la teoria di sedimentazione di T. Nakano (1970) il sistema solare si sarebbe formato da una nube cosmica in rotazione su se stessa con densità maggiore di $3 \cdot 10^{-18}$ grammi per cm cubo e massa maggiore di una massa solare. Al centro si sarebbe formato il sole ed intorno un disco nebulare in stato turbolento. Successivamente il disco nebulare avrebbe formato degli anelli e gli anelli si sarebbero sedimentati in protopianeti. I protopianeti si sarebbero formati in un periodo compreso tra i 30 mila e 1 milione di anni, fatta eccezione per quelli negli anelli di Giove e Saturno, che si sarebbero formati prima. Plutone sarebbe un protopianeta nell'orbita di Nettuno. Sfuggito alla sua cattura acquistò l'orbita attuale con una eccentricità maggiore rispetto a quella degli altri pianeti e con una notevole inclinazione rispetto alle orbite degli altri pianeti.

PIANETI	DISTANZE		RIVOLUZIONE		VELOCITA'
	MILIONI KM	IN ANNI	MEDIA IN KM/S		
MERCURIO	57,9		0,241		47,9
VENERE	108,2		0,615	35	
TERRA	149,6		1		29,8
MARTE	227,9		1,881		24,1
GIOVE	778		11,862	13,1	
SATURNO	1427		29,458	9,6	
URANO	2870		84,025	6,8	
NETTUNO	4496		164,6788		5,4
PLUTONE	5946		247,7	4,7	

DIAMETRO EQUATORIALE KM ACCELERAZIONE DI GRAVITA' M/S2 ROTAZIONE INCLINATA

Planeta	Diametro Equatoriale (km)	Accelerazione di Gravità (m/s²)	Rotazione (h:m)	Inclinazione (°)
MERCURIO	4840		3,6	59g 7°?
VENERE	12400	8,5		243g 6°?
TERRA	12.756	9,82		23h56m 23°27'
MARTE	6800		3,76	24h37m 25°10'
GIOVE	142.800	26	9h37m	3°07'
SATURNO	120.800	11,2	10h14m	26°45'
URANO	47.600	9,4	10h49m	98°
NETTUNO	44.600	15	15h40m	29°
PLUTONE	5.850	3,5	153h17m	-

I movimenti dei pianeti intorno al sole sono regolati dalle tre leggi di Keplero e dalla legge di gravitazione di Newton.

PRIMA LEGGE DI KEPLERO

I pianeti si muovono intorno al sole secondo delle orbite ellittiche, in cui il sole occupa uno dei fuochi.

SECONDA LEGGE DI KEPLERO

La linea che unisce il sole con un pianeta (raggio vettore) descrive aree uguali in tempi uguali.

TERZA LEGGE DI KEPLERO

I quadrati dei periodi di rivoluzione dei pianeti sono proporzionali ai cubi delle loro distanze medie dal sole.

Quest'ultima legge, nota la distanza di un pianeta dal sole, con una semplice proporzione, permette il calcolo delle distanze dei pianeti dal sole.

Le distanze dei pianeti dal sole possono essere calcolate applicando la formula empirica di Titius-Bode

$$r = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$$

n = - per Mercurio, zero per Venere, 1 per la Terra, 2 per Marte, e così via. Fanno eccezione Nettuno e Plutone per i quali la formula dà rispettivamente 38,8 e 72 UA, mentre le distanze reali sono 30,1 e 39,7 UA.

Questa formula dà le distanze dal sole in unità astronomiche.

La legge di gravitazione di Newton dice che due corpi si attraggono con forza direttamente proporzionale alle masse e inversamente proporzionale alle distanze

$$F = G \frac{M \cdot m}{D^2}$$

G rappresenta la costante di gravitazione universale, M ed m le masse dei pianeti, D le distanze.

Questa legge determina tutti i movimenti dei corpi nello spazio e la forma stessa dei movimenti.

IL SOLE

La Terra è riscaldata dalla luce del Sole da 4,6 miliardi di anni. Da sempre l'uomo ha riconosciuto la funzione vitale del Sole fino a divinizzarlo. Le conoscenze intorno a questo astro sono diventate via via sempre più puntuali a partire dal secolo scorso. Oggi sappiamo che la fusione dell'idrogeno assicura la produzione dell'enorme quantità di energia che il Sole fornisce. La vita totale del Sole è di circa 10 miliardi di anni e oggi si trova circa a metà di questo periodo. Quando l'idrogeno sarà esaurito nel nucleo esso si contrarrà ancora per circa 5 miliardi di anni, quindi inizierà la fusione dell'elio in carbonio. Gli strati esterni si espanderanno sino a raggiungere l'orbita di Venere, e il Sole sarà diventato una gigante rossa. Il fenomeno più noto e facilmente osservabile, che riguarda la superficie del Sole, è quella delle macchie. Esse possono arrivare, al momento di massima grandezza, ad avere dimensioni di 100 mila Km, raggiungendo nella zona d'ombra la temperatura di 4.300 Kelvin. Il numero delle macchie varia con l'attività solare in un periodo di 11 anni. Esso diminuisce quando l'attività è al minimo, aumenta quando va verso il massimo. I gruppi di macchie hanno una durata che va da qualche giorno fino a parecchi mesi. Altri fenomeni che interessano la superficie del Sole sono le protuberanze e le facole. Il Sole ruota intorno al suo asse più velocemente all'equatore, più lentamente verso i poli. All'equatore ruota con un periodo di 25,08 giorni, alla latitudine di 16° con un periodo di 25,38 giorni, ai poli in 30 giorni. Il Sole ha un raggio di 696 mila Km, pari a 109 raggi terrestri, ha al perielio una distanza di 147,1 milioni di Km e di 152,1 milioni di Km all'afelio. La superficie del Sole è 11.918 volte quella terrestre, il volume di 1.300.000 volte quello della Terra, la massa è di 1,99 per 10 alla vent. ma tonnellate, pari a 332.000 volte quello della Terra. L'accelerazione di gravità è 27,9 volte quella terrestre. A livello del mare la quantità di radiazioni provenienti dal Sole è di 1,4 calorie per centimetro quadro al minuto (questo valore costituisce la costante solare). La radiazione che colpisce tutta la Terra equivale a 1,7 per 10 alla quattordicesima Kw. La luminosità apparente del Sole è -26 magnitudine. La temperatura superficiale è di 5.875 Kelvin.

SISTEMI ASTRONOMICI DI COORDINATE

Come sulla sfera terrestre un punto è identificato dalle sue coordinate (latitudine e longitudine) anche sulla sfera celeste la posizione di una stella viene identificata dalla sue coordinate. In astronomia si usano diversi sistemi di coordinate.

1) Sistema orizzontale:

In tale sistema le coordinate sono l'altezza e l'azimut e il riferimento base è il piano dell'orizzonte nel punto in cui si trova l'osservatore. In questo sistema l'altezza di una stella è la sua distanza angolare dall'orizzonte, l'azimut è la distanza angolare tra il piede dell'altezza della stella e il punto sud sull'orizzonte; le misurazioni sull'orizzonte partono da sud 0° , ovest 90° , nord 180° , est 270° , e di nuovo sud 360° .

2) Sistema equatoriale:

In tale sistema le coordinate sono la declinazione e l'ascensione retta. La declinazione è la distanza angolare di un astro dall'equatore celeste (proiezione sulla volta celeste di quello terrestre), positiva per gli angoli a nord dell'equatore, negativa per quelli a sud; l'ascensione retta è la distanza angolare sull'equatore tra il piede della declinazione e il primo punto d'Ariete (punto di intersezione tra il piano dell'eclittica, su cui la Terra si muove intorno al Sole, e l'equatore celeste) misurata in senso anti orario.

3) Sistema eclittico:

Questo sistema ha come riferimento il piano dell'eclittica.

4) Sistema galattico:

Questo sistema ha come riferimento l'equatore galattico.

5) Triangolo nautico:

Questo sistema prende come riferimento un triangolo i cui vertici sono costituiti: 1) dalla stella di cui si vuole misurare la posizione; 2) dal polo celeste; 3) dallo zenit (punto che si trova sulla verticale dell'osservatore in un dato istante).