

La legge di Titius-Bode

Il termine "*legge di Titius-Bode*" viene usato per indicare una relazione empirica che definisce in modo approssimato le distanze medie dei pianeti dal Sole espressa in Unità Astronomiche (U.A.). La legge, benché fosse stata scoperta nel 1741 dall'astronomo tedesco Wolf e riscoperta dal compatriota Johann Titius nel 1772, è nota soprattutto per l'opera di divulgazione di Johann Bode, che, nel 1778, ne ha dato anche una formulazione matematica precisa. Secondo questa legge, le distanze dei pianeti dal Sole, in U.A., rispettano la relazione

$$d = 0,4 + 0,3 * 2^n$$

dove n è un numero che vale *meno infinito* per Mercurio, 0 per Venere, 1 per la Terra, 2 per Marte e così via. Le distanze vere dei pianeti sono ben approssimate fino ad Urano (la differenza tra la legge di Bode e la distanza reale non supera mai il 5 %). Nel caso di Nettuno la differenza supera il 22% e per Plutone è del 49%.

Pianeta	Distanza dal Sole (×1000 km)	A.U.	Legge di Titius- Bode
Mercurio	57895	0.387	$(0+4)/10 = 0.4$
Venere	108160	0.723	$(3+4)/10 = 0.7$
Terra	149600	1	$(6+4)/10 = 1.0$
Marte	227990	1.524	$(12+4)/10 = 1.6$
Fascia Asteroidi	414392	2.77	$(24+4)/10 = 2.8$
Giove	778368	5.203	$(48+4)/10 = 5.2$
Saturno	1427034	9.539	$(96+4)/10 = 10.0$
Urano	2869328	19.18	$(192+4)/10 = 19.6$
Nettuno	4496976	30.06	$(398+4)/10 = 40.2$
Plutone	5900224	39.44	$(796+4)/10 = 80.0$

	MERCURIO	VENERE	TERRA	MARTE	GIOVE	SATURNO	URANO	NETTUNO
Diametro	1/3 Terra	come la Terra	12700	1/2 Terra	140.000 km	120.000 km	51.000 km	49.000
distanza dal sole	1/3 Terra	100 milioni Km	150 milioni km 1 U.A.	1.5 U.A.	5 U.A.	9 U.A.	19U.A.	30 U.A.
Rotazione	59 gg	243 gg	24 h	24.5h	9h	10 h	17 h	17 h
Rivoluzione	88 gg	224 gg	365 gg	686 gg	12 anni	29 anni	84 anni	165 anni
T° max/min	+350 / -170	+480 costante		-23 / +10	-153° nubi 20.000° nucleo	-185 superficie	-215°	-220
densità	circa 5 kg/dm ³	circa 5 g/dm ³	circa 5 kg/dm ³	circa 5 g/dm ³	1.3 kg/dm ³	0.7 kg/dm ³	1.3	1.6
magnitudine	-1.9	-4.4		-2.8	-2.6	-0.3	5.6	7.7

Mercurio



Mercurio si trova a soli 58 milioni di chilometri dal Sole, poco più di un terzo della distanza Terra-Sole. La sua orbita è molto ellittica, cioè schiacciata; il pianeta la percorre in soli 88 giorni, più velocemente di qualsiasi altro pianeta. Allo stesso tempo, Mercurio ruota lentamente su se stesso: il giorno, cioè la durata di una rotazione, su Mercurio dura 59 volte più che sulla Terra.

Un qualsiasi punto della sua superficie rimane esposto ai raggi solari per ben 176 giorni terrestri

Mercurio non possiede atmosfera.

Il pianeta è costituito per l'80% da un grosso **nucleo** di materiale ferroso. L'enorme pressione degli strati sovrastanti fa sì che probabilmente il nucleo si trovi allo stato liquido. Questo nucleo è circondato da un **mantello** di silicati, il quale a sua volta è ricoperto da una **crosta**, proprio come la Terra.

Il pianeta è ricoperto, come la Luna, di crateri grandi e piccoli e di enormi scarpate. Essi si sono formati (e continuano a formarsi ancora oggi) nell'impatto con le meteoriti cadute sul pianeta. Queste si disgregano in minuscoli frammenti e formano la polvere che ricopre il suolo.

Venere



Noto fin dalla preistoria, infatti è molto brillante e si può vedere facilmente ad occhio nudo. Al massimo della sua luminosità, il pianeta è 12 volte più brillante di Sirio, la stella più luminosa del cielo.

L'orbita di Venere è tale che il pianeta sia visibile in cielo nelle vicinanze del Sole, in certi periodi all'alba e in altri al crepuscolo. Per questo gli antichi credevano che si trattasse di due astri distinti: Lucifero quello del mattino, Vespero quello della sera.

Venere non possiede nessun satellite.

La luminosità di Venere non è dovuta solo alla sua vicinanza al Sole; il pianeta è ricoperto da una spessa coltre di nubi, che riflettono ben il 76 % della luce solare. Tutti i pianeti riflettono una parte della luce del Sole, ma questo è il valore più alto di tutto il Sistema Solare. Il pianeta ha dimensioni, massa e densità confrontabili con quelle terrestri. Tuttavia, mentre la Terra è il luogo ideale per lo sviluppo della vita, Venere è decisamente inospitale. Infatti la sua atmosfera è composta per lo più di anidride carbonica e di acido solforico

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

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

Terra



Ci sono centinaia di nomi con cui le altre lingue designano il nostro pianeta. Nella mitologia romana, la dea della Terra era Tellus - il suolo fertile (per i Greci: Gaia, terra mater - la Madre Terra).

La crosta varia notevolmente in spessore: è più sottile sotto gli oceani e più spessa sotto i continenti. Il nucleo interno e la crosta sono allo stato solido; il nucleo esterno e gli strati del mantello sono plastici o semifluidi. I vari strati sono separati da discontinuità che sono evidenti nei dati sismici; la meglio conosciuta di esse è la discontinuità di Mohorovicic, tra la crosta e il mantello superiore.

La maggior parte della massa della Terra si trova nel mantello, il resto per lo più nel nucleo; la parte che noi abitiamo è una modestissima frazione del tutto.

Probabilmente il nucleo è costituito per la maggior parte da ferro (o nichel e ferro), sebbene sia possibile che ci siano anche alcuni elementi più leggeri. La temperatura al centro del nucleo potrebbe essere pari a 7.500 K, più calda della superficie del Sole. Il mantello inferiore è per lo più di silicio, magnesio e ossigeno, con un pò di ferro, calcio e alluminio. Il mantello superiore è per lo più di olivina e pirosseno (silicati di ferro e magnesio), calcio e alluminio. Sappiamo tutto questo grazie in particolare alla tecnica sismica; alcuni campioni del mantello superiore arrivano in superficie sotto forma di lava vulcanica, ma la maggior parte della Terra è assolutamente inaccessibile. La crosta è principalmente di quarzo (diossido di silicio) e di altri silicati come il feldspato.

Marte



Il suolo di Marte è ricco di ossidi di ferro, che gli danno il caratteristico colore. Marte è detto anche "pianeta rosso".

Il pianeta si trova ad una distanza media di 228 milioni di Km, una volta e mezzo la distanza Terra-Sole. Esso percorre la sua orbita in 687 giorni terrestri, mentre ruota attorno al proprio asse in 24 ore e 37 minuti: il giorno marziano ha dunque più o meno la stessa durata del nostro.

Il pianeta ha un ciclo stagionale come il nostro. Lo possiamo notare dalla presenza di due calotte di ghiaccio sui poli del pianeta. Queste calotte sono composte di acqua e anidride carbonica ghiacciate e la loro dimensione varia con le stagioni.

L'atmosfera marziana è molto sottile. Essa è composta quasi del tutto da anidride carbonica, con tracce di azoto e pochissimo ossigeno: quindi non è respirabile per un essere umano.

Sulla superficie marziana abbondano i **canali**, cioè delle scanalature molto lunghe e larghe, come il letto asciutto di un fiume. Sulla superficie di Marte comparivano delle macchie scure attorno a questi canali, scambiati per vegetazione. In realtà oggi sappiamo che le macchie sono depositi di sabbia, spostati dai fortissimi venti che soffiano sul pianeta.

Marte possiede due satelliti piuttosto piccoli e di forma irregolare: Deimos e Phobos.

Giove



Giove è il quinto pianeta del Sistema Solare ed è il più grande. La sua massa è 318 volte quella terrestre, cioè ben due volte e mezzo quelle di tutti gli altri pianeti messi insieme!

Il suo volume è così grande che potrebbe contenere 1.300 pianeti come il nostro. La sua forza di gravità, inoltre, è tale che un uomo di 70 Kg su Giove ne peserebbe 185.

é un pianeta **gassoso**, infatti la sua densità è molto minore di quella della Terra. Giove è composto per i tre quarti da un enorme corpo di idrogeno allo stato liquido, circondato da un'atmosfera spessa e densa di idrogeno, elio e metano. Probabilmente all'interno c'è anche un nucleo centrale roccioso.

Giove è ricoperto di nubi di cristalli di ammoniaca ghiacciata e composti del fosforo, del carbonio e dello zolfo. Le nubi si dispongono in fasce orizzontali alternate di vari colori, che si muovono in senso opposto l'un all'altra. Esse vengono spinte da venti fortissimi e raggiungono velocità maggiori di 600 Km all'ora! L'attrito tra le diverse fasce produce dei vortici, che appaiono come macchie di forma ovale.

Il più grande tra questi vortici è la Grande Macchia Rossa. Si tratta di un'enorme tempesta nell'atmosfera di Giove.

Giove possiede almeno 16 satelliti, ma forse ce ne sono altri ancora sconosciuti. I quattro satelliti più grandi (Io, Europa, Ganimede e Callisto) sono noti fin dal 1610, quando per la prima volta Galileo Galilei li osservò al cannocchiale. Per questo motivo essi vengono detti **satelliti galileiani**.

Saturno



Saturno è il secondo pianeta per grandezza dopo Giove, al quale assomiglia per molti aspetti. È uno dei pianeti più noti, grazie al suo spettacolare sistema di anelli che lo rende così caratteristico.

Il pianeta orbita intorno al Sole ad una distanza di un miliardo e 429 milioni di Km, completando una rivoluzione in 29,5 anni: ogni stagione dura 7 anni terrestri. Esso ruota rapidamente attorno al suo asse: il giorno su Saturno dura solo 10 ore e 39 minuti.

Anche Saturno è un pianeta gassoso, ed è il più "leggero" di tutti. La sua densità è di appena 0.7, minore di quella dell'acqua: se esistesse un oceano abbastanza grande da contenerlo, esso galleggerebbe!

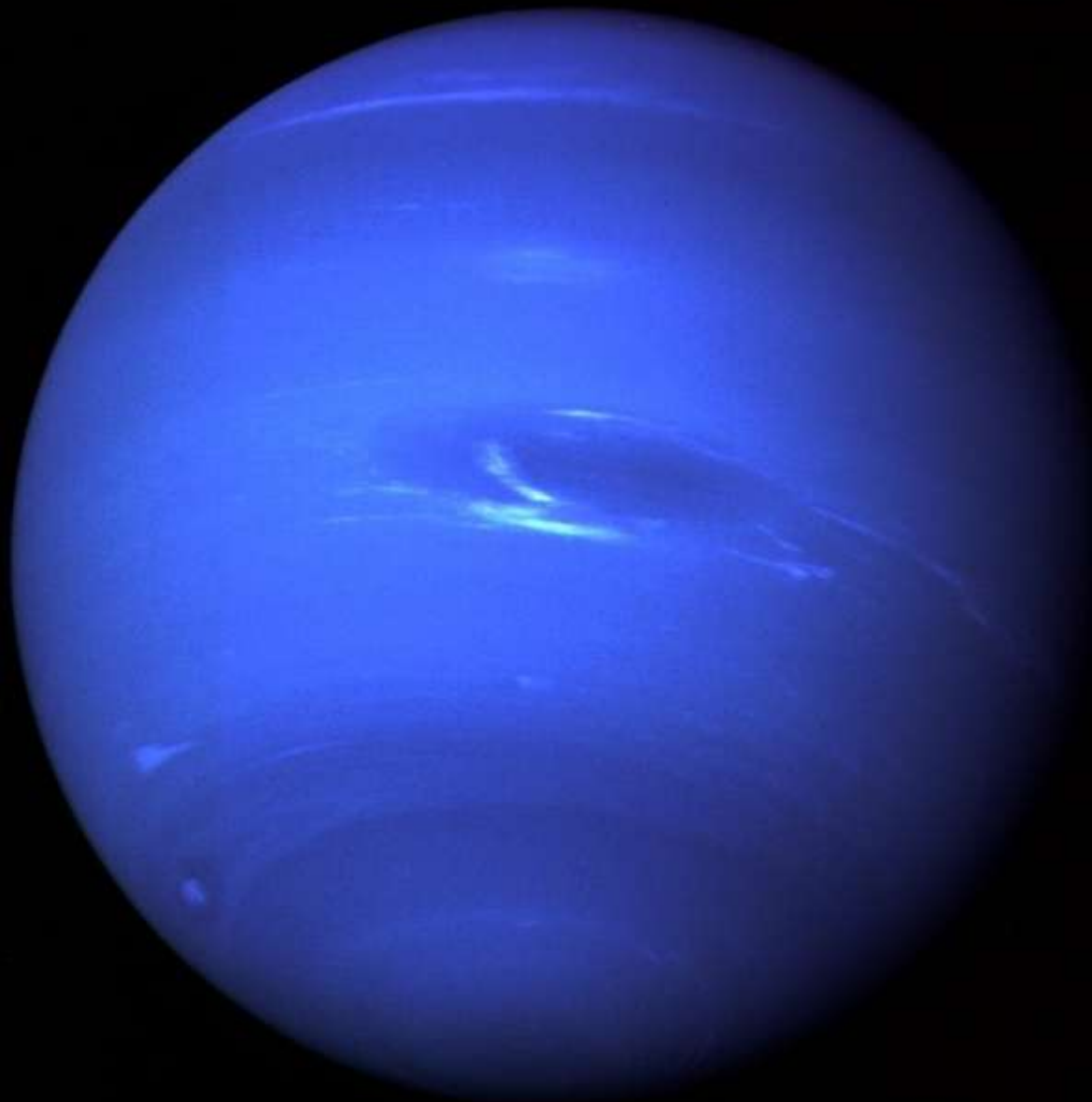
L'atmosfera di Saturno è composta soprattutto di idrogeno ed elio, con un pò di metano, ammoniacca e vapore acqueo. Vi soffiano venti fortissimi, con velocità anche di 1.800 Km all'ora.

Sotto l'atmosfera sta un grande strato di idrogeno liquido, come quello di Giove, e un piccolo nucleo solido al centro.

Gli anelli sono costituiti da una miriade di particelle di roccia, polvere e ghiaccio: silicati, materiali ferrosi e anidride carbonica ghiacciata.

Saturno possiede almeno 18 satelliti, dei quali il più grande è Titano. Esso è il secondo più grande satellite del Sistema Solare, dopo Ganimede.

Urano



Il pianeta Urano è gassoso; si può dire che è il fratello minore di Giove e di Saturno. Infatti ha molte analogie con essi, oltre che con Nettuno. Non era noto nell'antichità, ma è stato scoperto nel 1781 da Herschel.

Urano ha un aspetto "liscio", privo di strutture, ed un colore verde-azzurro. La sua forza di gravità non è stata sufficiente a trattenere i gas leggeri della sua atmosfera, l'idrogeno e l'elio. Sono rimasti solo i più pesanti, in particolare il vapore acqueo, l'ammoniaca e il metano. È proprio al metano, molto abbondante sul pianeta, che si deve il suo colore azzurro.

Urano ha una massa 14 volte maggiore di quella terrestre ed è abbastanza grande che potrebbe contenere oltre 60 pianeti come la Terra.

Su Urano, come su Giove e Saturno, soffiano dei forti venti, con velocità fino a 600 Km all'ora. Il pianeta ha un campo magnetico molto intenso.

Nel 1977 si è scoperto che anche Urano possiede degli anelli.

I cinque più grandi satelliti di Urano sono Titania, Oberon, Umbriel, Ariel e Miranda.

Urano ruota attorno al suo asse in 17 ore e 14 minuti. Ciò che lo distingue dagli altri pianeti è che il suo asse di rotazione è inclinato di 98 gradi sul piano della sua orbita: il pianeta, cioè, è praticamente "sdraiato" e ci rivolge alternativamente i due poli.

Nettuno



Il pianeta orbita intorno al Sole ad una distanza 30 volte maggiore di quella della Terra. L'orbita richiede ben 165 anni per essere percorsa tutta! Nettuno compie una rotazione attorno al proprio asse in 16 ore e 7 minuti.

Nettuno è il pianeta gemello di Urano, al quale assomiglia molto nella struttura e nell'aspetto. Anche Nettuno, infatti, ha lo stesso colore azzurro dovuto all'abbondanza di metano nella sua atmosfera.

Il metano, infatti, assorbe la radiazione rossa e riflette quella azzurra. Anche nell'atmosfera di Nettuno l'idrogeno e l'elio sono più scarsi che su Giove e Saturno. L'atmosfera è molto densa e ricca di nubi, percorsa dai venti più forti di tutto il Sistema Solare.

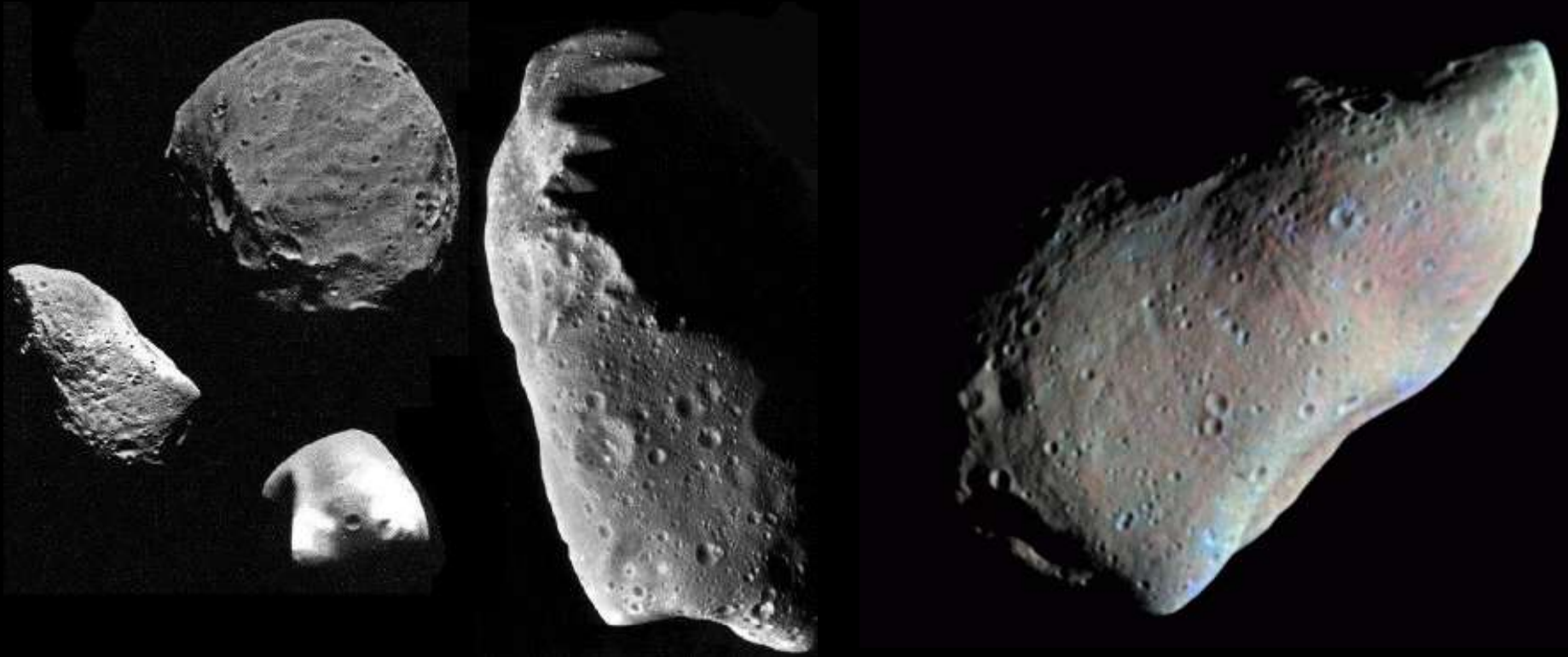
Come Urano, possiede un nucleo roccioso, ricoperto da materiale ghiacciato: la temperatura su Nettuno infatti raggiunge i 220 gradi sotto zero.

Il campo magnetico di Nettuno è molto intenso, come quello degli altri pianeti giganti.

Nell'atmosfera di Nettuno si possono notare dei vortici simili alla Grande Macchia Rossa di Giove. Il maggiore di questi vortici è la Grande Macchia Oscura. Anche Nettuno, come Giove, Saturno e Urano, ha un sistema di anelli, anche se molto meno luminosi di quelli di Saturno

Il maggiore dei satelliti di Nettuno è Tritone; esso possiede, come Titano, un'atmosfera contenente metano e azoto, ma più tenue.

Gli asteroidi sono piccoli corpi rocciosi, delle dimensioni massime di 900 Km e di forme irregolari e molto variabili. Vengono detti anche "planetini" per via delle dimensioni ridotte. La massa complessiva di tutto l'insieme non raggiunge quella della Luna. Il primo asteroide fu scoperto all'inizio del secolo scorso dall'astronomo Piazzi e venne battezzato Cerere. È il più grande di tutti, misura infatti poco più di 900 Km. La grande maggioranza di essi orbita in una fascia compresa tra le orbite di Marte e di Giove.



Le meteoriti sono i residui di corpi extraterrestri rocciosi o metallici, detti meteoroidi, che hanno colpito il suolo terrestre. Molti di essi sono asteroidi, altri sono pezzi di nuclei cometari disgregati. Alcune meteoriti, infine, hanno origini lunari o marziane.

1. Meteoriti ferrose: composte principalmente di nichel e ferro, sono simili agli asteroidi di tipo M.
2. Meteoriti di tipo ferro-roccioso: composti, come gli asteroidi di tipo S, di ferro e materiale roccioso.
3. Condriti: sono il tipo più numeroso ed hanno una composizione simile al mantello e alla crosta terrestre.
4. Condriti carbonacee: molto simili per composizione al Sole, ad eccezione degli elementi gassosi come idrogeno ed elio; sono simili agli asteroidi di tipo C.
5. Acondriti: simili ai basalti terrestri. Le meteoriti originarie della Luna e di Marte sono acondriti.







Giotto: L'Adorazione dei Magi, Cappella degli Scrovegni, Padova

Le comete sono tra i corpi celesti più caratteristici e affascinanti, grazie alla loro lunga coda luminosa. Esse hanno sempre affascinato e intimorito l'uomo per il loro aspetto e la loro improvvisa apparizione in cielo. Secondo le antiche credenze popolari, le comete erano portatrici di sventure, pestilenze e guerre.

In realtà, esse non sono altro che “palle di neve sporca”, composte da rocce mescolate a gas congelati, acqua, metano, ammoniaca e polvere.

Le comete provengono da un insieme di milioni e milioni di corpi rocciosi, detto "nube di Oort". Questa nube, a forma di guscio sferico, si trova ai confini del Sistema Solare e si estende fino a cinquantamila volte la distanza Terra-Sole.

Le comete si trovano nella nube di Oort fin da quando il Sistema Solare si è formato e si sono conservate uguali ad allora. Ogni tanto, quando qualche cosa disturba la loro orbita, uno di questi pezzi di roccia ghiacciata sfugge dalla nube e si avvicina al Sole a grande velocità. Esso entra in un'orbita molto allungata e diventa una cometa.

Alcune comete percorrono un'orbita chiusa, di forma ellittica, perciò si ripresentano periodicamente, mentre altre percorrono un'orbita aperta e quindi passano solo una volta in prossimità del Sole.

Non appena la cometa si avvicina intorno all'orbita di Marte, il ghiaccio che contiene incomincia a vaporizzare, formando attorno al **nucleo** roccioso una nube sferoidale di gas e polveri, detta **chioma**.

La radiazione del Sole ionizza il gas della chioma, cioè strappa agli atomi del gas i loro elettroni. Il gas diventa quindi un **plasma**, cioè un insieme di nuclei atomici e di elettroni liberi. Anch'esso viene spinto via dalla pressione della radiazione solare, nella direzione opposta al Sole, e forma una **coda di ioni**.