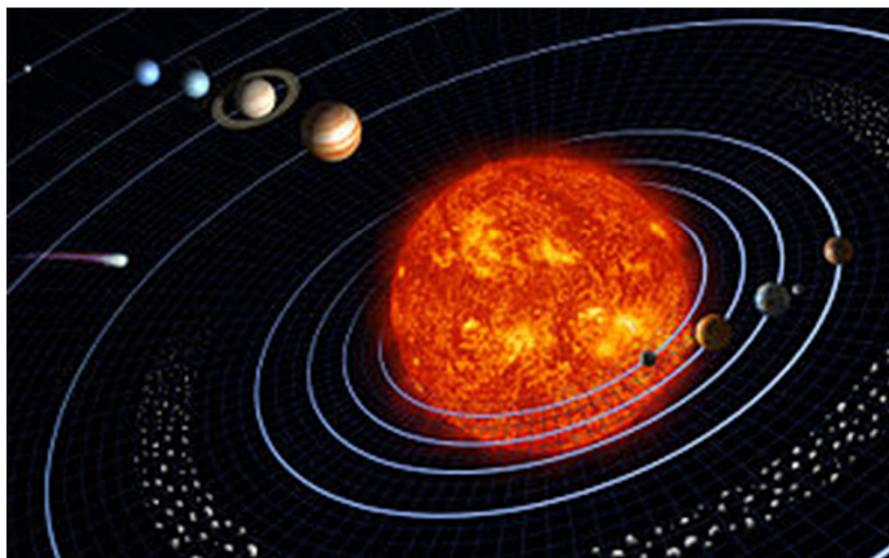
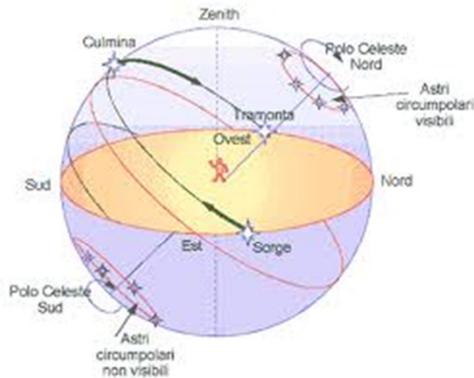


# Il sistema solare (A)



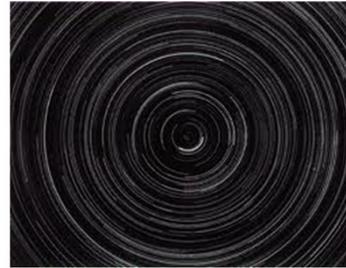
©2012-2013 Nuova Secondaria - La Scuola Editrice SPA - Tutti i diritti riservati

## I movimenti apparenti degli astri (A)



Chi osserva il cielo alle nostre latitudini vede gli astri sorgere ad est, raggiungere il punto più alto (culmine) a sud, e tramontare ad ovest. .

Solo gli astri più vicini al polo Nord celeste, dove si trova la Stella Polare, ruotano attorno ad essa, senza sorgere o tramontare (Stelle circumpolari).



Stelle circumpolari

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Astro è il nome generico per indicare i corpi celesti.

## I pianeti (A)

Mentre le stelle, durante la rotazione, mantengono reciprocamente la loro distanza, i pianeti (dal greco: “erranti”), nel corso del tempo, si spostano rispetto ad esse, trovandosi ora in un gruppo di stelle ora in un altro. Essi si muovono su percorsi molto complessi (1), lungo una fascia disposta sulla sfera celeste, larga circa  $16^\circ$ . Su di essa si trovano le dodici costellazioni (2) dello zodiaco.

Ad occhio nudo sono visibili cinque pianeti: Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno. Si distinguono dalle stelle per la luce fissa e non brillante, in quanto riflettono la luce del Sole ma non emettono luce propria. Con i telescopi furono scoperti altri due pianeti: Urano e Nettuno.



Schema costellazioni zodiaco

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Marte, Giove e Saturno ad esempio hanno prevalentemente un moto antiorario rispetto alla volta celeste, ma per un certo periodo invertono il loro moto, che diventa orario.

(2) Le costellazioni sono raggruppamenti convenzionali di stelle, effettuate dagli astronomi fin dall'antichità, in modo diverso da diversi popoli. L'astronomia moderna considera le costellazioni fissate dagli astronomi greci: le costellazioni dello zodiaco hanno tale nome in quanto in esse i Greci individuarono (con molta fantasia!) forme di animali (in greco zòon).

## Il sistema geocentrico (A)



Il modello proposto dall'astronomo Greco Tolomeo (II sec. d.C.) si basava sui seguenti presupposti:

1°) La Terra, sferica, è immobile al centro del sistema;

2°) la Luna, il Sole, e i 5 pianeti ruotano con velocità costante attorno alla Terra, seguendo un percorso circolare (1);

3°) le stelle fisse (2) sono attaccate alla sfera più esterna, che ruota di moto uniforme;

4°) all'esterno della sfera delle stelle fisse c'è un motore che la mette in movimento (3).



Tolomeo (II sec. d.C)

©2012-2013 Nuova Secondaria - La Scuola Editrice SPA - Tutti i diritti riservati

- (1) Per spiegare gli "strani" movimenti dei pianeti Tolomeo ed altri astronomi greci ricorsero alla composizione di più movimenti circolari. Aristarco (III sec. a. C.) sviluppò invece la rivoluzionaria ipotesi che fosse il Sole al centro del sistema, con la Terra che ci girava attorno: i movimenti complessi dei pianeti si riducevano così ad orbite circolari.
- (2) Si chiamano "fisse" perché mantengono la loro posizione reciproca durante il loro movimento nel cielo; in realtà, l'unica stella che noi non vediamo mai spostarsi dalla sua posizione è la Stella polare.
- (3) Considerando il sistema come un insieme di ingranaggi, la sfera delle stelle fisse trasmetteva poi il movimento alle sfere più interne, in ciascuna delle quali era fissato un astro (Sole, Luna, o pianeta)

# Il sistema eliocentrico (A)

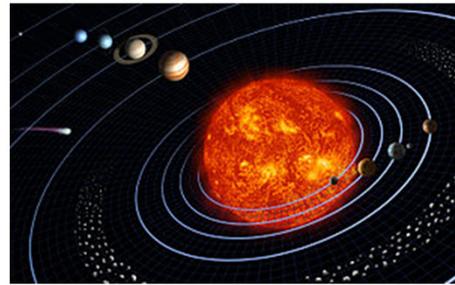


**Sistema eliocentrico**



**N. Copernico**

L'astronomo polacco Nicolò Copernico (1473-1543) ripropose l'ipotesi eliocentrica, col Sole al centro del sistema. In tal modo si evitavano le complicazioni del sistema geocentrico, e le orbite dei pianeti risultavano semplici circonferenze.



**Il Sole al centro del sistema**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

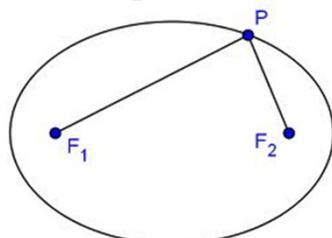
## La prima legge di Keplero (C )

Con osservazioni accurate proseguite per quasi 20 anni, Giovanni Keplero (1571-1630) stabilì in modo preciso le caratteristiche delle orbite dei pianeti.



**G.Keplero**

La prima legge di Keplero afferma che: “Le orbite dei pianeti sono ellissi (1), di cui il Sole occupa uno dei due fuochi.”



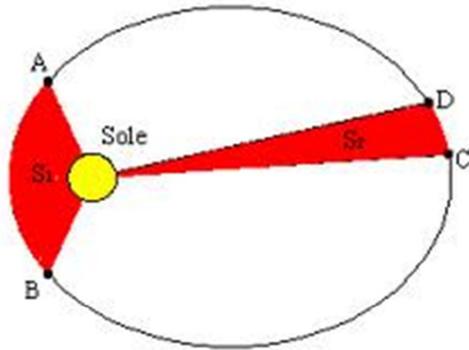
$$PF_1 + PF_2 = \text{costante}$$

Conseguenza della prima Legge:  
la distanza di un pianeta dal Sole è variabile.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Per ogni punto di un'ellisse è costante la somma delle sue distanze da due punti detti fuochi.

## La seconda legge di Keplero (C )



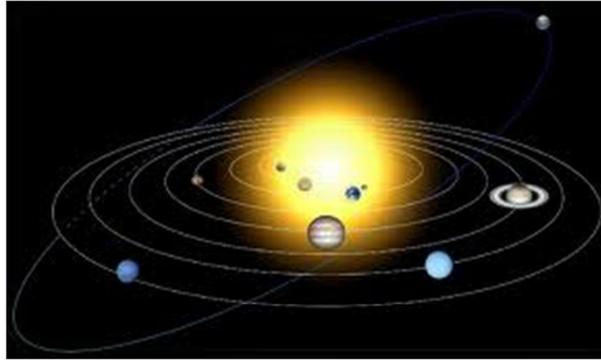
La seconda legge afferma: “Le aree percorse dal raggio vettore (che congiungono il Sole al pianeta) sono proporzionali ai tempi impiegati a percorrerle.”

In pratica, se le due aree colorate in rosso sono equivalenti, il pianeta impiegherà lo stesso tempo per percorrere il tratto AB o quello CD.

Conseguenze della seconda legge: un pianeta corre più velocemente quando è più vicino al Sole, rallenta quando è più distante.

## La terza legge di Keplero (C)

La terza legge di Keplero afferma che: “I quadrati dei tempi impiegati dai pianeti per percorrere un giro completo intorno al Sole sono proporzionali ai cubi della loro distanza media dal Sole.”



**Orbite dei pianeti**

In formula:  $T_1^2 : T_2^2 = d_1^3 : d_2^3$  dove **T** sono i tempi e **d** le distanze di due pianeti dal Sole

Conseguenze della terza Legge: quanto più un pianeta è distante dal Sole, tanto più diminuisce la sua velocità media di rivoluzione attorno ad esso. (confronta i valori di velocità dei pianeti in slide n. 17)

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

## Le scoperte di Galilei (B)

Sebbene il sistema eliocentrico fosse utilizzato per i calcoli astronomici, all'inizio del Seicento non vi erano ancora prove fisiche a suo favore.

Galileo Galilei (1564 -1642) usò per la prima volta per scopi scientifici il cannocchiale, inventato pochi anni prima dagli olandesi, puntandolo verso il cielo.



**G.Galilei**



Il telescopio di Galilei

Tra le numerose scoperte effettuate con questo nuovo strumento individuò 4 satelliti che ruotavano attorno a Giove e vide che in Venere si alternavano 4 fasi, come sulla Luna. Questi fenomeni deponevano a favore del sistema eliocentrico.(1)

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Infatti era difficile ammettere che intorno alla sfera di Giove vi fossero altre 4 sfere minori e concentriche, come **anche che** il Sole ruotasse attorno alla Terra, quando la faccia di Venere illuminata si comportava in modo analogo alla Luna...

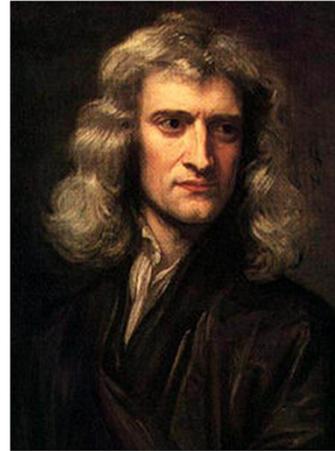
## La legge di gravitazione universale (C)

La meccanica del sistema solare venne individuata in modo completo dall'opera poderosa di Isaac Newton (1642-1727).

Studiando le leggi di Keplero, egli dedusse, attraverso complicati calcoli, una legge generale che regola i movimenti di tutti i corpi, ed è nota come *legge di gravitazione universale*.

Secondo tale legge due corpi si attraggono con una forza che è direttamente proporzionale alla loro massa ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

In formula:  $F = (m_1 m_2) / d^2$  dove  $m_1$  ed  $m_2$  sono le masse dei due corpi e  $d$  la distanza tra essi.



**I. Newton**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Per la precisione  $d$  rappresenta la distanza tra i baricentri dei due corpi.

## Il centro del sistema: il Sole (A)



Il Sole è una stella gialla, medio-piccola. La sua temperatura superficiale è di  $6\,000^{\circ}$  (1), all'interno si raggiungono temperature di milioni di gradi. Il suo volume è 1 300 000 volte quello della Terra.

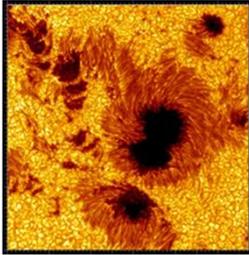
Il Sole è costituito da un nucleo, attorno al quale si trovano la zona radiativa e quella convettiva. Qui avvengono le reazioni di fusione nucleare. Queste parti si concludono esternamente con la fotosfera, luminosissima.

All'esterno il Sole è avvolto da un'ampia atmosfera, suddivisa in cromosfera e corona. Quest'ultima, più estesa, è ben visibile durante le eclissi totali di Sole.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Il colore delle stelle dipende dalla loro temperatura superficiale: le rosse, che sono le più fredde, raggiungono i  $4\,000^{\circ}$ , mentre le più calde, di colore azzurro, superano i  $20\,000^{\circ}$ .

## Superficie e atmosfera solare (B)



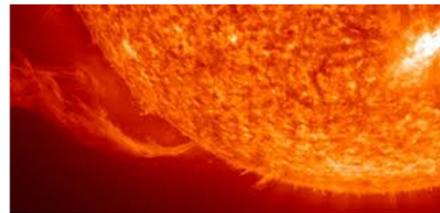
**Macchie solari**

Sulla fotosfera sono visibili (col telescopio) *macchie* più scure di varia dimensione.

Esse rappresentano punti della superficie del Sole a temperature inferiori (intorno ai 4000 °). Il numero e l'ampiezza delle macchie solari varia e raggiunge il massimo ogni 11 anni.

L'aumento di macchie solari provoca tempeste elettromagnetiche e disturbi nella trasmissione di radioonde, forse contribuisce anche al riscaldamento della Terra.

Presso la parte superiore della cromosfera, nell'atmosfera del Sole, si formano enormi getti di gas incandescenti, lunghi fino a mezzo milione di chilometri (*protuberanze*)



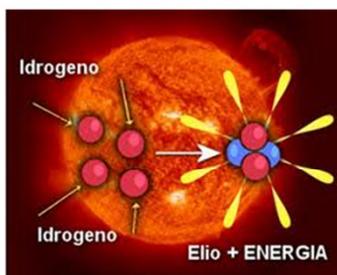
**Protuberanze solari**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Le macchie solari sono state individuate per primo da Galileo, il quale, osservando il loro spostamento sulla superficie del Sole, dedusse che questo ruotava su se stesso compiendo un giro completo ogni **26 giorni**.

## L'energia solare (A)

Il Sole, come tutte le stelle, irradia una quantità immensa di energia. All'interno del Sole, dove le temperature raggiungono milioni di gradi, la materia si trova allo



*stato di plasma*, con urti violentissimi tra gli atomi. Gli atomi di idrogeno, che sono i più frequenti, possono perciò compenetrarsi tra di loro, attraverso un processo di fusione nucleare, fino a trasformarsi in atomi di elio. In formula:

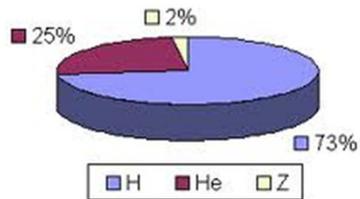


La quantità di energia prodotta da questa reazione è enorme, perché l'atomo di elio subisce una piccola riduzione di massa (rispetto ai 4 di H): secondo l'equazione di Einstein:  $E = m c^2$  (dove E =energia m = massa c = velocità luce) tale massa si trasforma in una quantità immensa di energia, irradiata come luce e calore.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Allo stato di plasma (4° stato della materia), la velocità media degli atomi è talmente elevata, a causa dell'altissima temperatura, che essi possono compenetrarsi, dando origine alla fusione nucleare. Le reazioni attraverso cui 4 atomi di idrogeno diventano un atomo di elio sono complesse (*ciclo di Bethe*), ma in definitiva la piccola perdita di massa di quest'ultimo viene trasformata in energia. Tale ciclo si verifica quando le temperature superano i 20 milioni di gradi.

## Composizione chimica (A)



**Composizione chimica del Sole**

Le stelle appena formate contengono solo idrogeno. Siccome è nota la velocità con cui l'idrogeno si trasforma in elio, si può calcolare che il Sole abbia una età di 5 miliardi di anni.

Attualmente il Sole è costituito come peso per il 73% da idrogeno, il 25% da elio, il resto da altre sostanze. (1)

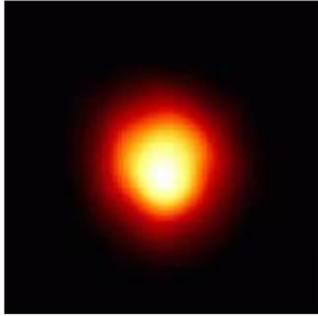


**Nascita delle stelle**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

- (1) Tali dati sono determinabili in base all'osservazione dello spettro solare, ossia della luce solare che viene dispersa per mezzo di un prisma di vetro. Per quanto riguarda il volume, il Sole è costituito per il 90% da idrogeno, per il 9% da elio.

## Evoluzione del Sole (B)



**Gigante rossa**

Quando la percentuale di idrogeno scenderà sotto il 60% , diventeranno molto più frequenti le reazioni nucleari tra atomi di elio e di altri elementi, che porteranno allo sprigionamento di quantità di energia molto più elevate. Allora, il Sole si gonfierà, diventando una stella “gigante rossa”, che brucerà tutti i pianeti a lui più vicini. (1)

Questa fase durerà tempi più brevi. Poi la stella si spegnerà, la materia rimasta si concentrerà con densità elevatissime, originando una “nana bianca”, fredda e di dimensioni molto ridotte.



**Nana bianca**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Questo dovrebbe avvenire probabilmente tra 5 miliardi di anni.

## Caratteristiche dei pianeti (B)

Pianeta	Distanza dal Sole ( in $10^6$ km )	Volume (Terra = 1)	Velocità media rivoluz. (km / sec)	Periodo rivoluz. (anni)
Mercurio	58	0,05	48	0,24
Venere	108	0,9	35	0,62
Terra	150	1	30	1
Marte	228	0,15	24	1,9
Giove	778	1318	13	12
Saturno	1426	769	10	29
Urano	2868	50	7	84
Nettuno	4494	42	5	165

©2012-2013 Nuova Secondaria - La Scuola Editrice SPA - Tutti i diritti riservati

## Mercurio (B)



**Mercurio**

È il pianeta più vicino al Sole, ed il più piccolo. Privo di atmosfera, ha la superficie rocciosa cosparsa di crateri, determinati dall'impatto di meteoriti col suolo.

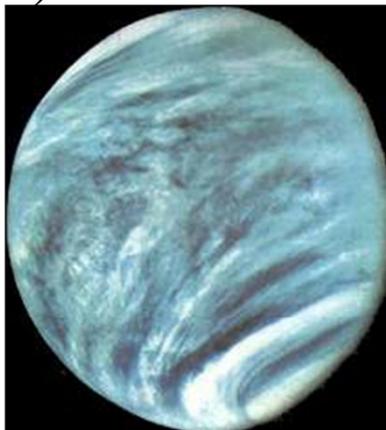
Ruota molto lentamente su se stesso, per cui la parte rivolta al Sole può raggiungere i 350° C, mentre quella non illuminata può scendere fino a - 170° C.

Mercurio è difficilmente osservabile dalla Terra a causa della sua vicinanza al Sole.

## Venere (B)

E' l'astro più luminoso del cielo dopo il Sole e la Luna. E' l'ultimo ad essere visibile prima dell'alba ed il primo dopo il tramonto, a seconda delle stagioni.

Ha dimensioni simili a quelle della Terra, ma è avvolto in un'atmosfera estremamente densa, con pressioni 90 volte superiori rispetto a quella terrestre. Siccome tale atmosfera è costituita prevalentemente da biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ), si assiste a un poderoso "effetto serra" (1), con temperature che raggiungono i  $460^\circ\text{C}$ .  
L'atmosfera estremamente densa impedisce di individuare i particolari della superficie del pianeta.



**Venere**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

L'effetto serra è un meccanismo per cui alcune sostanze gassose assorbono le radiazioni

luminose del Sole e le trattengono sotto forma di calore. Il biossido di carbonio ha queste caratteristiche, il metano le ha in misura ancora molto più accentuata.



**Marte**

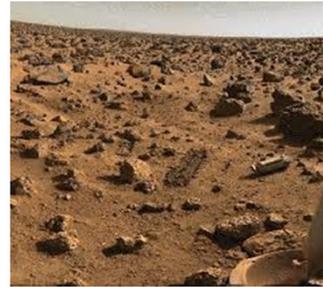
## Marte (B)

E' denominato anche "il pianeta rosso" per l'abbondanza di rocce costituite da ossidi di ferro, di color ruggine.

E' simile alla Terra per la durata del giorno e l'alternanza delle stagioni, ma ha un'atmosfera molto più rarefatta.

Sulla sua superficie si riconoscono vulcani (1), valli, deserti e calotte polari, indizi di acque abbondanti nel suo passato. Su Marte le temperature oscillano dai 20 °C ai -140 °C.

Sono state individuate raccolte di acqua sotto la crosta marziana, ed anche indizi che forse indicano lo sviluppo di una vita primitiva, a livello di batteri (2).



Superficie di Marte  
vista dal Viking

©2012-2013 Nuova Secondaria - La Scuola Editrice SPA - Tutti i diritti riservati

- (1) Il vulcano Olimpo, che si trova su Marte, è alto 27 000 metri, e viene considerato il rilievo più elevato del sistema solare.
- (2) Nel 1996 venne rinvenuto sulla Terra un meteorite di origine marziana, vecchio 3,6 - 4 miliardi di anni, con possibili tracce fossili di vita (nanobatteri?). Nel 2012 una sonda spaziale inviata su Marte ha rilevato tracce di sostanze organiche: tutti questi indizi necessitano di ulteriori indagini. Per altre notizie sulla vita extraterrestre vedi anche slide n.24 e n. 33.



**Giove**

## Giove (B)

E' il pianeta gigante del sistema solare, grande come 1 300 Terre.

Sostanzialmente gassoso nella zona esterna, è costituito soprattutto da idrogeno, poi da elio, e da altre sostanze, come ammoniaca.

La sua atmosfera appare solcata da numerose strisce colorate, dovute a intense turbolenze. I venti raggiungono velocità di 400 km/h. Caratteristica dell'emisfero meridionale è una grande macchia rossa, interpretata come un enorme anticiclone. Le temperature superficiali sono molto basse, intorno a  $-150^{\circ}\text{C}$ . Attorno a Giove ruotano almeno 68 satelliti. I primi 4, i più grandi, furono scoperti da Galileo nel 1610.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

## Saturno (B)

Per dimensioni è il secondo pianeta del sistema solare, dopo Giove. Anche questo è un gigante gassoso, costituito in prevalenza da idrogeno ed elio.

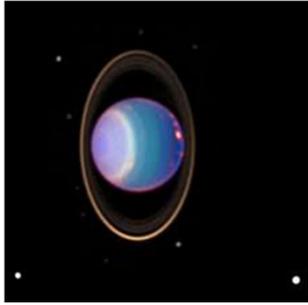
E' attorniato da una serie di 3 anelli, formati da particelle di ghiaccio e polveri di silicati, estesi da 6600 a 120 000 km dalla sua superficie, con uno spessore di 10 km.

L'atmosfera di Saturno è spazzata da venti violenti, che raggiungono i 1700 km/h. E' freddissima, con temperature che oscillano intorno ai  $-170^{\circ}\text{C}$ .

Saturno possiede circa una cinquantina di satelliti.



**Saturno**



**Urano**

## Urano (B)

Urano, precedentemente scambiato per una minuscola stella, venne riconosciuto da W. Herschel come pianeta nel 1781. E' un "gigante ghiacciato" costituito soprattutto da idrogeno ed elio, ma anche da acqua, ammoniaca e metano allo stato solido. Ha la particolarità che il suo asse di rotazione è quasi parallelo al piano della sua orbita, con differenze stagionali elevatissime.

Il versante in ombra ha temperature fino a  $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Non sono visibili dettagli sulla sua superficie.

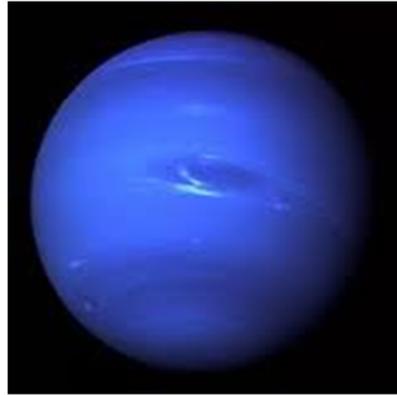
Sono stati scoperti 27 satelliti di Urano, il quale è provvisto anche di alcuni anelli, più deboli rispetto a quelli di Saturno.

## Nettuno (B)

L'ultimo dei pianeti del sistema solare somiglia parecchio ad Urano per caratteristiche e dimensioni.

La sua posizione venne prima individuata col calcolo matematico, in seguito a perturbazioni dell'orbita di Urano, e successivamente osservato col telescopio da J.G.Galle nel 1846.

E' freddissimo ( $-230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ha un'atmosfera interessata da venti violentissimi, costituita da metano, che conferisce al pianeta un intenso colore azzurro.



**Nettuno**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

## I satelliti (A)

I satelliti sono corpi celesti che ruotano attorno ai pianeti.

La Terra ha un solo satellite naturale, la Luna. I pianeti più esterni hanno decine di satelliti che ruotano loro intorno.

I satelliti sono generalmente molto più piccoli rispetto al pianeta attorno a cui girano.

La Luna, sotto questo aspetto, è eccezionalmente grande rispetto alle dimensioni della Terra.



**La Luna**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Ganimede, che ruota attorno a Giove, è il più grande satellite del sistema solare, supera per volume il pianeta Mercurio.

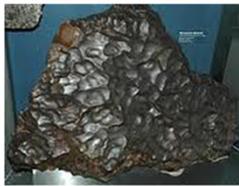
Tra i quattro satelliti maggiori di Giove, scoperti da Galileo nel 1610, forse il più interessante è Europa: gli astronomi ritengono che sotto la sua crosta ghiacciata potrebbe trovarsi un vasto oceano di acqua salata che potrebbe forse ospitare forme di vita. Tra tutti i corpi del sistema solare, Europa ha forse le possibilità maggiori di albergare una vita extraterrestre.

## Gli asteroidi (A)

Gli asteroidi (o meteoriti) sono corpi, generalmente di piccole dimensioni, che si trovano all'interno del sistema solare. (1) Se vengono attratti da un pianeta, diventano incandescenti per l'attrito, se questo è provvisto di atmosfera. ("stelle cadenti")



Una "stella cadente"



**Meteorite**

I più piccoli bruciano nell'atmosfera, se sono più grandi il loro nucleo, formato da metalli come il ferro e il nichel, può raggiungere la superficie della Terra. (2)

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Meteoriti di grosse dimensioni possono rappresentare un rischio effettivo per la vita sulla Terra. Si ritiene che un meteorite del diametro di circa 10 km abbia colpito la penisola dello Yucatan (Messico) 65 milioni di anni fa, causando l'estinzione dei dinosauri e di numerose altre specie di animali.

(2) Il nucleo di alcuni meteoriti può essere formato da metalli più leggeri e rocce.

## Le comete (A)

Le comete sono corpi celesti di piccole dimensioni situate generalmente ai margini del sistema solare. Quando si avvicinano al Sole, si riscaldano, ed emettono gas che vengono illuminati dalla luce solare, formando la caratteristica **coda**.



La cometa di Halley

La coda di un cometa è rivolta sempre in direzione opposta rispetto al Sole, a causa della pressione emessa da questo per l'espulsione di particelle, che formano il *vento solare*.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Alcune comete, come quella scoperta da Halley nel 1682, sono periodiche, ed appaiono regolarmente ogni 76 anni.

## La legge di Tietz e Bode (C)

Tietz e Bode, due astronomi tedeschi del Settecento, scoprirono una legge che si accorda con le distanze medie dei pianeti dal Sole. La sua formula è:

$$d = 0,4 + 0,3 \times 2^n$$

dove  $d$  è la distanza dal Sole ed  $n$  varia da:  $-\infty$  per Mercurio, e da 0 a 7 per gli altri pianeti.

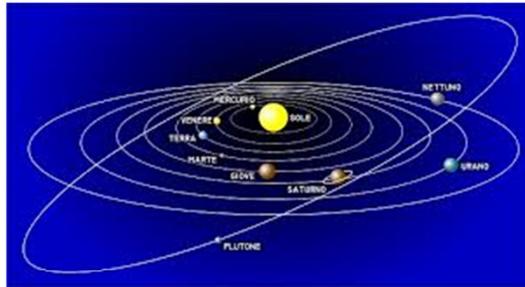
Secondo questa legge tra Marte e Giove si dovrebbe trovare un altro pianeta, ma al suo posto gli astronomi osservarono una fascia di numerosi e piccoli asteroidi. Essi rappresentano un pianeta esploso o mai formatosi?



Gli asteroidi sono corpi di piccole dimensioni (diametro  $< 100$  km) costituiti da materiale roccioso.

## Aspetti generali del sistema solare (A)

Nel sistema solare si riscontrano notevoli “regolarità”.  
I pianeti hanno orbite quasi complanari (1), e procedono tutti intorno al Sole in senso antiorario.



Anche la loro rotazione avviene in senso antiorario.  
Lo stesso si osserva per i satelliti, che ruotano attorno ai pianeti in orbite quasi complanari a questi, procedendo in senso antiorario e con rotazione antioraria rispetto al proprio asse.  
Inoltre, i quattro pianeti interni sono piccoli ed hanno densità elevate, mentre quelli esterni sono molto più grandi con densità basse, vicine a quella dell'acqua.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Plutone, che ha l'orbita notevolmente inclinata rispetto agli altri pianeti, è stato “declassato” da un congresso astronomico nel 2006 da pianeta ad asteroide, per le sue dimensioni e caratteristiche generali (alta densità, sostanze costituenti, ecc.).

## Teorie sull'origine del sistema solare (I) (B)



Una teoria sull'origine del sistema solare deve tener conto di tutti gli aspetti esaminati nella slide precedente. La prima ipotesi scientifica venne sviluppata nel Settecento da I.Kant e P.S.Laplace.

Una nube di gas, concentrandosi, avrebbe cominciato a ruotare su se stessa in senso antiorario, formando un disco che si sarebbe poi suddiviso dando origine a numerosi anelli (simili a quelli di Saturno).

La parte centrale avrebbe originato il Sole, il materiale dei vari anelli, concentrandosi, avrebbe formato i pianeti.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

Secondo tale ipotesi, si spiegherebbero non solo i movimenti di rotazione e rivoluzione dei pianeti e satelliti, ma anche perché i pianeti più vicini al Sole sono più piccoli e densi, in conseguenza della maggiore attrazione gravitazionale.

## Teorie sull'origine del sistema solare (II) (B)

Per motivi di meccanica (1) la teoria precedente venne messa in discussione.

Moulton e Chamberlin all'inizio del Novecento ipotizzarono che una stella, avvicinatasi molto al Sole, avrebbe provocato distacchi di porzioni di materia solare. Il suo raffreddamento avrebbe prodotto i pianeti..



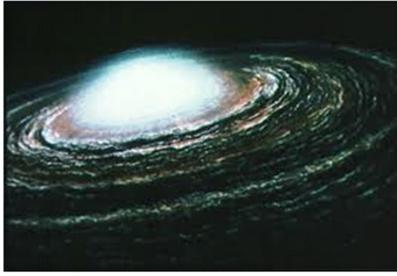
**Una “stella doppia”  
(o “sistema binario”)**

N.H.Russel ammise, più recentemente, che il sistema solare sarebbe derivato da una coppia di stelle ruotanti una intorno all'altra (stella doppia). La minore sarebbe scoppiata e i suoi frammenti, raffreddandosi, avrebbero dato origine ai pianeti.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

(1) Secondo l'ipotesi di Kant e Laplace il movimento della quantità di moto avrebbe dovuto concentrarsi in particolare sul Sole; in realtà esso è concentrato soprattutto sui pianeti.

## Teorie sull'origine del sistema solare (III) (B)



Secondo l'ipotesi di Moulton e Chamberlin i sistemi planetari attorno alle stelle avrebbero dovuto essere pochissimi, in quanto i fenomeni di forte avvicinamento tra le stelle sarebbero eventi eccezionali.

Invece, negli ultimi 20 anni sono stati scoperti molti pianeti che ruotano intorno a stelle diverse dal Sole (pianeti *extrasolari*). Essi fanno ritenere che la formazione di pianeti sia generalmente collegata a quella della stella centrale, e non dovuta ad eventi fortuiti. Queste scoperte sono in accordo con le teorie più recenti di Weizsäcker e Kuiper. Il Sole primitivo avrebbe attratto nubi di materiale cosmico che, formando un disco ruotante a velocità diverse, avrebbero originato vortici. Nei punti di contatto tra questi si sarebbero formati i pianeti, per accumulo dei materiali.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

## Età del sistema solare (B)

L'analisi della composizione chimica del Sole ha consentito di valutare la sua età. Siccome l'idrogeno si trasforma in elio con ritmi pressoché costanti, si può calcolare il tempo in cui tutto il Sole era costituito unicamente da questo primo elemento. Esso corrisponde a circa 5 miliardi di anni fa.

Per quanto riguarda i pianeti, è possibile valutare l'età della Terra col metodo della radioattività delle rocce.

L'uranio, ad esempio, si trasforma in un isotopo del piombo con velocità costante. Considerando le rocce più antiche, e i tempi necessari alla solidificazione della crosta terrestre, si ritiene che la Terra abbia 4,6 miliardi di anni. L'età degli altri pianeti è probabilmente simile.



**Formazione crosta terrestre**

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati

L'idrogeno è l'elemento primordiale dell'universo: la sua struttura atomica è la più semplice rispetto a quella degli altri elementi, derivati da esso per fenomeni di fusione nucleare all'interno delle stelle.

## Pianeti extrasolari (B)



**Il cielo stellato**

Al di là del sistema solare si trova un numero sterminato di stelle.

E' possibile che ciascuna stella, a somiglianza del Sole, abbia dei gruppi di pianeti che le ruotano attorno?

Fino a 20 anni fa la risposta era solo ipotetica, ma i nuovi

mezzi di osservazione hanno ormai individuato qualche centinaio di pianeti che ruotano attorno ad altre stelle.

Si può perciò supporre che il numero di pianeti esistenti nell'universo sia elevatissimo.

Alcuni di questi potrebbero albergare forme di vita? La risposta potrebbe essere positiva, per i pianeti simili alla Terra. La scienza attuale dispone però solo di indizi, la presenza di vita extraterrestre non è stata ancora inequivocabilmente dimostrata.

©2012-2013 Nuova Secondaria – La Scuola Editrice SPA – Tutti i diritti riservati