

IN SINTESI

TERMINI E CONCETTI FONDAMENTALI

■ I corpi del Sistema solare

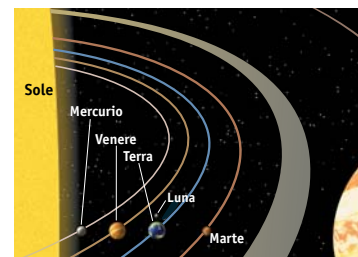
- Il Sistema solare è un insieme di corpi celesti diversi per natura e dimensioni che si muovono in uno spazio definito, «governato» dalla forza di attrazione gravitazionale del Sole.
- Il Sistema solare comprende:
 - il **Sole**;
 - 8 **planeti** (Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno);
 - almeno 63 **satelliti** principali che ruotano intorno a questi planeti;

■ La stella Sole

- Il Sole è una stella di **media grandezza** (ha un raggio medio di 700 000 km), il cui interno è costituito per il 98% da idrogeno ed elio allo stato di *plasma*, cioè sotto forma di una miscela di elettroni liberi e nuclei atomici.
- L'interno del Sole contiene quasi tutta la massa della stella; è formato da
 - nucleo;
 - zona radiativa;
 - zona convettiva.
- Il **nucleo**, che ha un raggio di circa 150 000 km, è la zona di produzione dell'energia. Qui, grazie alle elevatissime pressioni e temperature, si innescano reazioni termonucleari che trasformano l'idrogeno in elio.
- L'energia prodotta nel nucleo si trasmette all'esterno attraverso la **zona radiativa**,



- migliaia di **asteroidi**;
- **frammenti** di varia origine e natura;
- numerose masse ghiacciate che occasionalmente generano le **comete**.



un involucro gassoso con uno spessore di circa 450 000 km.

- Nella **zona convettiva** (il cui spessore è di circa 100 000 km) il trasporto di calore avviene per convezione attraverso movimenti di materia innescati dalle differenze di temperatura.
- La superficie visibile del Sole è detta **fotosfera**. La fotosfera, la cui temperatura è circa 5500 °C, ha una struttura a **granuli** brillanti. Si tratta di gigantesche bolle di gas molto caldi in risalita dalla zona convettiva. Sulla superficie sono distribuite le **macchie solari**, piccole aree scure depresse. Le macchie appaiono in genere a gruppi che evolvono con regolarità (di solito la vita media di un gruppo è di una settimana). Il numero di macchie solari passa da valori minimi a valori massimi con un ciclo regolare di circa 11 anni.
- L'atmosfera solare è distinta in due strati:
 - la **cromosfera**, un involucro di gas incandescenti che avvolge la fotosfera;
 - la **corona**, un involucro di gas ionizzati.

■ L'attività solare

- La normale attività del Sole è rappresentata dall'energia irradiata dalla superficie, chiamata **radiazione stazionaria**, e dal **vento solare** (particelle ionizzate che sfuggono dalla corona).
- Altre evidenze dell'attività solare sono:
 - le **macchie solari**;
 - le **protuberanze**, grandi nubi di idrogeno che si innalzano dalla cromosfera e penetrano per 20-40 000 km nella corona;

- i **brillamenti** (o *flares*), violente esplosioni di energia, veri e propri lampi di luce intensissimi associati a potenti scariche elettriche.
- Quando un *flare* esplose il flusso di particelle raggiunge la Terra. I velocissimi corpuscoli colpiscono con violenza le particelle ionizzate dell'alta atmosfera terrestre, soffiandole verso la bassa atmosfera dove danno origine alle **aurore polari**.



■ I planeti del Sistema solare

- Il moto dei planeti intorno al Sole è descritto dalle tre **leggi di Keplero**:
 - I planeti descrivono orbite ellittiche, quasi complanari, aventi un fuoco comune in cui si trova il Sole.
 - Il raggio che unisce il centro del Sole al centro di un pianeta descrive superfici con aree uguali in intervalli di tempo uguali (un pianeta si muove più velocemente quando si trova in perielio e più lentamente quando è in afelio).
 - I quadrati dei tempi che i planeti impiegano a percorrere le loro orbite sono proporzionali ai cubi delle loro distanze medie dal Sole (la velocità media di un pianeta è tanto minore quanto più esso è lontano dal Sole).
- Come per tutti i corpi, anche per i planeti vale la **legge della gravitazione universale** espressa dalla formula:

$$F = \frac{G_0 M \times m}{d^2}$$

dove F è la forza di attrazione tra i corpi; G_0 è la costante di gravitazione universale; M e m sono le masse dei corpi; d è la distanza dei loro centri.

■ Mercurio

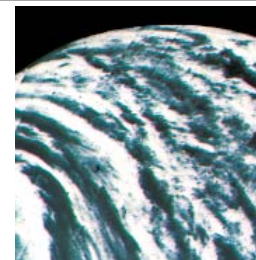
- È il pianeta più interno del Sistema solare, poco più grande della Luna.
- Mercurio compie una **rivoluzione** intorno al Sole in 88 giorni, mentre ha un moto di **rotazione** intorno al proprio asse che dura 59 giorni.
- La **temperatura** sul lato esposto al Sole sale a +425 °C, mentre sul lato opposto scende a -175 °C.
- Mercurio è il pianeta con la più forte escursione termica tra il dì e la notte ed è praticamente **privo di atmosfera**.



- Le strutture più diffuse sulla sua superficie sono i **crateri da impatto**, dovuti alla caduta di meteoriti, alcuni accompagnati da un'aureola di raggi chiari, e le **pianure lisce**, vaste colate di lava risalite dall'interno del pianeta quando il materiale si è fuso per l'energia liberata nei tremendi impatti.

■ Venere

- Venere ha **dimensioni** e **densità** simili a quelle della Terra.
- Le temperature superficiali raggiungono sia di giorno che di notte i 460 °C, a causa dell'effetto serra. Responsabile dell'**effetto serra** è l'anidride carbonica, che costituisce il 97% della densa atmosfera venusiana.
- Su Venere sono presenti **strutture geologiche** complesse:
 - il 60% circa della superficie si presenta debolmente ondulata;
 - il 15% circa della superficie è occupata da ampie depressioni;
 - il 25% circa è costituito da altopiani che si elevano per migliaia di metri rispetto alla pianura presa come riferimento.



TERMINI E CONCETTI FONDAMENTALI

Terra

- La Terra è costituita da una serie di gusci concentrici. Partendo dall'interno si incontrano:
 - il **nucleo**, formato da materiale molto denso (essenzialmente ferro e nichel);
 - il **mantello** di rocce ricche di ferro e magnesio;
 - la **crosta** di rocce molto eterogenee, meno dense di quelle sottostanti.
- Il pianeta è avvolto da un'**atmosfera** formata principalmente da azoto e ossigeno con tracce di altri gas (argon, anidride carbonica, vapore acqueo).
- La **temperatura media** della superficie è tale da permettere all'acqua di persistere allo stato liquido: circa i 3/4 della superficie del pianeta sono coperti dalle acque.

**Marte**

- La **durata del giorno** su Marte è circa la stessa di quella terrestre, ma Marte impiega 687 giorni a compiere una **rivoluzione** intorno al Sole. A causa dell'inclinazione dell'asse di rotazione di Marte sul piano dell'orbita si ha un'alternanza di stagioni.
- Intorno a Marte ruotano due piccoli **satelliti**: Phobos e Deimos.
- Su Marte è presente un'**atmosfera** molto rarefatta formata per il 95% da anidride carbonica, con piccole quantità di azoto, vapore acqueo, ossigeno.
- La **temperatura superficiale** è in media $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La superficie di Marte è stata modellata da numerosi processi: bombardamento meteoritico, attività vulcanica (in passato molto intensa), movimenti crostali, erosione, deposizione.
- La superficie di Marte mostra le tracce di una lunga permanenza dell'**acqua**, che oggi si trova sotto forma di ghiaccio nel permafrost.

**Giove**

- Giove è un **planeta gigante**, la cui massa è pari al doppio di quella di tutti gli altri pianeti del Sistema solare messi insieme.
- È una **sfera liquida** con un involucro gassoso, formato per l'85% da idrogeno e per il 15% da elio, e un piccolo nucleo solido di materiali più densi.
- Il pianeta ruota intorno al proprio asse con una velocità elevatissima, che all'Equatore raggiunge i 40 000 km/h.
- L'**atmosfera** di Giove (il cui spessore è di 1000 km) appare solcata da **bande** chiare e scure disposte parallelamente all'Equatore e interrotte da grandi **macchie** rosse o biancastre (una di queste è la *Grande macchia rossa*).
- Le fasce chiare corrispondono a zone di risalita dei gas attraverso l'atmosfera gioviana; le zone scure corrispondono a zone di discesa dei gas. Le macchie corrispondono a perturbazioni cicloniche.
- Attorno a Giove ruotano almeno **16 satelliti**. I quattro più grandi (scoperti da Galileo e perciò detti galileiani) sono Io, Europa, Callisto, Ganimede.

**Saturno**

- Saturno è un **planeta gigante**, formato da un grosso involucro di gas (a temperature medie in superficie di $-185\text{ }^{\circ}\text{C}$) che avvolge un nucleo di idrogeno liquido.
- L'**atmosfera** di Saturno ha una struttura simile a quella di Giove, con un'alternanza di zone chiare e scure.
- La struttura più importante di Saturno sono i suoi **anelli**. Gli anelli sono formati da frammenti di ghiaccio e polveri con diametri da pochi micrometri al metro, ognuno in rotazione attorno a Saturno su una propria orbita. Gli anelli sono, quindi, un insieme di corpi su orbite concentriche.
- Saturno ha **18 satelliti**. Nel 2005 la sonda *Huygens* è atterrata su Titano, il maggiore dei satelliti di Saturno.

**Urano**

- Urano ha un **asse di rotazione** che giace quasi sul piano dell'orbita; di conseguenza, il pianeta volge alternativamente verso il Sole i suoi poli.
- È avvolto in una **spessa atmosfera** di idrogeno, elio e metano ed è freddissimo: la temperatura varia da $-208\text{ }^{\circ}\text{C}$ al polo che punta verso il Sole a $-215\text{ }^{\circ}\text{C}$ all'Equatore.
- La struttura interna del pianeta è formata da un piccolo **nucleo centrale** roccioso avvolto da un oceano formato dagli stessi costituenti dell'atmosfera, ma allo stato liquido.
- Attorno a Urano ruotano un sistema di **10 anelli** e almeno **17 satelliti**.

**Nettuno**

- Nettuno ruota intorno al Sole in 164,8 anni e su se stesso in 16 ore.
- La temperatura varia da $-232\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-211\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Nettuno è costituito da un **oceano** di gas liquidi, soprattutto metano, coperto da un'atmosfera sede di complessi moti circolari. È visibile una struttura a fasce e bande parallele simile a quella di Giove, interrotta da macchie più scure (zone di discesa dei gas).
- A causa della grande distanza dal Sole, la forte attività dell'atmosfera di Nettuno non può essere dovuta all'energia solare, ma è di origine interna. Si pensa che il calore sia liberato da un nucleo interno ancora in parte liquido.
- Attorno a Nettuno orbitano **3 anelli** e almeno **8 satelliti**.

**I corpi minori**

- I corpi minori del Sistema solare possono essere distinti in tre gruppi in base all'aspetto:
 - asteroidi;
 - meteore e meteoriti;
 - comete.
- Gli **asteroidi** si sono formati dallo stesso materiale da cui si è formato il Sistema solare. Ne sono stati catalogati circa 20 000, ma il loro numero totale è almeno il doppio. Hanno dimensioni medie di decine di km. In gran parte sono distribuiti nella fascia degli asteroidi, tra Marte e Giove.
- Le **meteore** e le **meteoriti** sono corpi la cui orbita interseca quella terrestre, per cui vengono attratte e cadono sul nostro pianeta. Se il corpo è molto picco-

- lo l'attrito con l'atmosfera lo rende incandescente e lo fa evaporare. Si forma una scia luminosa che viene chiamata meteora o *stella cadente*. Se il corpo è abbastanza grande, non viene tutto consumato dall'attrito e raggiunge la superficie terrestre come meteorite.
- Le **comete** sono nuclei di polveri e ghiacci che ruotano a grandissima distanza dal Sole, ma che possono inserirsi in orbite che li portano all'interno del sistema planetario, perdendo nello spazio lunghe scie di polveri (code).
- Molti nuclei ghiacciati stazionano nella **fascia di Kuiper**, estesa oltre i pianeti, ma miliardi di questi corpi ruotano molto più lontano dando origine alla **nube di Oort**, che si estende fino a 150 miliardi di chilometri dal Sole.

**Origine ed evoluzione del Sistema solare**

- Il Sistema solare si è formato circa 5 miliardi di anni fa per il collasso di una parte di una nebulosa che orbitava nella Via Lattea.
- Nel collasso, guidato dalle forze gravitazionali, la nube assume la forma di un disco appiattito, nel cui centro si è addensata materia sufficiente a far nascere la stella Sole.
- Nel resto del disco i materiali più volatili (gas, ghiacci) vengono soffiati via dalla radiazione della nuova stella e spinti alla periferia, mentre vicino al Sole ri-

- mangono i materiali meno volatili (rocce, metalli).
- Ripetute collisioni tra polveri e ghiacci portano all'aggregazione dei planetesimali e da questi alla formazione dei pianeti, dei loro satelliti e degli altri componenti del sistema planetario, tutti con orbite all'incirca nello stesso piano, mentre miliardi di nuclei ghiacciati vengono dispersi verso l'estrema periferia su orbite diverse.

