

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto della chimica e della Terra

ZANICHELLI

Capitolo 10

Le stelle e il Sistema solare

Sommario

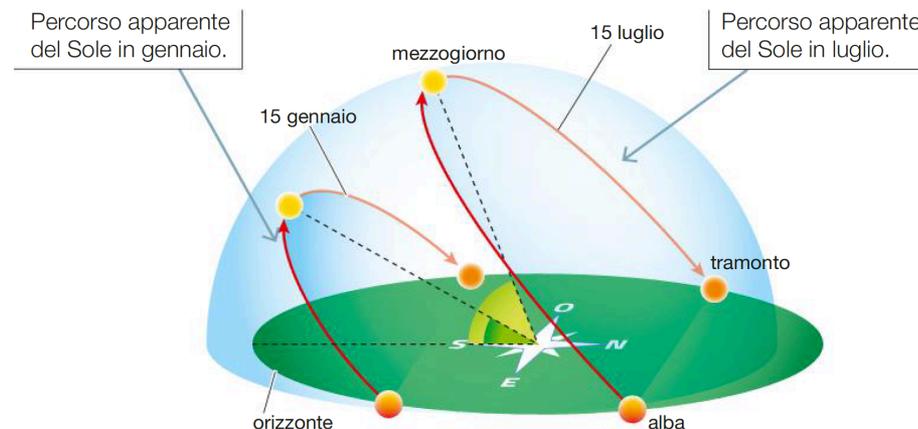
1. La volta celeste
2. Le stelle e le costellazioni
3. Le caratteristiche osservabili delle stelle
4. La composizione la «vita» delle stelle
5. Le galassie e il mezzo Intergalattico
6. Il Sistema solare
7. Le leggi di Keplero sulle orbite dei pianeti

La volta celeste

L'**astronomia** è lo studio dello spazio.

Il cielo ci appare come un'immensa cupola che ci sovrasta: la **volta celeste**.

Il suo confine è la linea dell'**orizzonte** che, se privo di ostacoli visivi (rilievi, edifici, ecc.), ha la forma di una circonferenza.



La volta celeste

La volta celeste ospita gli astri, alcuni visibili ad occhio nudo ed altri che si rivelano solo con strumenti di indagine astronomica.

È un riferimento geometrico per descrivere posizioni e moti apparenti degli astri.

Di giorno appare luminosa in quanto l'aria, il pulviscolo atmosferico e le particelle di acqua deviano la luce solare e la diffondono.

Le stelle e le costellazioni

Le **stelle** sono corpi celesti che brillano di luce propria, la cui energia emessa è generata nel loro interno mediante processi di fusione termonucleare.

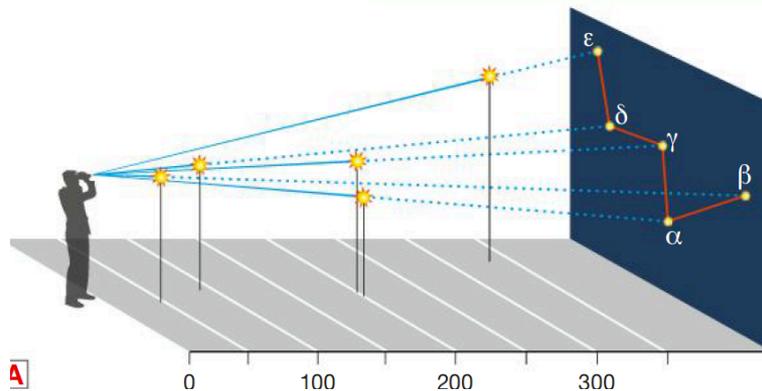
La stella più vicina alla Terra è il Sole.

Le stelle sono usate per orientarsi in quanto immutabili nel tempo. Per riconoscerle gli astronomi dell'antichità le hanno collegate con delle linee immaginarie e dando loro nomi di eroi, mostri e divinità.

Le stelle e le costellazioni

Una **costellazione** è l'insieme delle stelle che compone ogni «soggetto» che immaginiamo raffigurato nel cielo.

Con questo termine indichiamo stelle che sono vicine tra loro solo in apparenza, in quanto nello spazio potrebbero essere tra loro lontanissime.



Le stelle e le costellazioni

La volta celeste è convenzionalmente divisa in 88 settori, in una sorta di mappa stellare, ognuno dei quali contiene una costellazione e ne porta il nome.

Durante la notte le stelle hanno un moto apparente dovuto alla rotazione terrestre.

Fa eccezione della **Stella Polare** situata in corrispondenza dell'asse di rotazione in un punto del cielo chiamato Polo Nord celeste.

Le caratteristiche osservabili delle stelle

Ciò che sappiamo delle stelle ci è stato rivelato quasi interamente dalla loro luce.

1. Colore

Tramite strumenti astronomici le stelle rivelano colori non visibili ad occhio nudo, che si usano per classificarle.

Il colore dipende dalla temperatura superficiale, che ha valori variabili da 2000 K nelle stelle rosse a 40 000K nelle stelle blu.

Le caratteristiche osservabili delle stelle

2.Luminosità

Si misura con strumenti detti **fotometri**.

La luminosità di un oggetto dello spazio osservato dal nostro pianeta, cioè la quantità di luce che ci raggiunge in un certo intervallo di tempo, dipende da due fattori:

- l'energia irradiata effettivamente dall'astro
- la distanza dell'astro dalla Terra.

Le caratteristiche osservabili delle stelle

La luminosità misurabile di un astro corrisponde alla sua **magnitudine**, che può essere apparente o assoluta:

- **apparente (m)** è rilevata dal fotometro e diminuisce con l'aumentare della luminosità di circa 2,5 volte per ogni unità
- **assoluta (M)** è definita come la magnitudine che un astro avrebbe se si trovasse a una distanza fissa predefinita. Questo valore pertanto non dipende da quanto la stella è lontana da noi.

Le caratteristiche osservabili delle stelle

Esempio di magnitudine di alcuni oggetti noti.

Oggetto dello spazio o situazione	Tipo di oggetto	Magnitudine apparente (m)
Sole	Stella del Sistema solare	-27
Luna piena	Satellite della Terra	-12
Venere (al massimo)	Pianeta del Sistema solare	-4,9
Marte, Giove e Mercurio (al massimo)	Pianeti del Sistema solare	-2,8
Sirio (la stella notturna più luminosa)	Stella	-1,5
Vega, Arturo e Alfa Centauri	Stelle	≈0,0
Saturno (al massimo)	Pianeta del Sistema solare	0,2
Betelgeuse, Antares e Aldebaran	Stelle	≈1,0
Stella Polare (Alfa UMa)	Stella	2,0
Limite di magnitudine dalle grandi città (per l'inquinamento luminoso)		≈3
Urano	Pianeta del Sistema solare	5,2
Limite di magnitudine standard (in condizioni ideali)		6,5
Nettuno	Pianeta del Sistema solare	8,2
Plutone	Pianeta nano del Sistema solare	13,7
Oggetto più debole fotografato dai più grandi telescopi ottici		28

Le caratteristiche osservabili delle stelle

La luminosità effettiva dipende da:

- diametro dell'astro, ossia da quanto è grande la superficie che emette luce
- temperatura superficiale.

A parità di temperatura, le stelle che hanno maggiore luminosità sono anche le più grandi. In base alle dimensioni reali si classificano in **subnane**, **nane**, **subgiganti** e **giganti**.

Le caratteristiche osservabili delle stelle

3. Spettro della luce stellare

La luce si esamina con **spettroscopi** che la scompongono nelle singole radiazioni.

Fornisce informazioni sulla composizione atomica della sorgente.

Se l'astro si muove verso il ricevente appare spostato uniformemente verso il blu (**blu shift**), se la stella si sta allontanando, lo spostamento è verso il rosso (**red shift**).

La composizione e la «vita» delle stelle

Le stelle sono costituite da gas compressi e incandescenti, in prevalenza **idrogeno** (95%) ed **elio** (5%). Ci sono quasi sempre anche piccole percentuali di altri elementi come metalli, carbonio e ossigeno.

La regione centrale, detta **nucleo**, ha una temperatura che supera i 15 milioni di gradi centigradi e una pressione tale che gli atomi sono ionizzati allo stato di **plasma**.

La composizione e la «vita» delle stelle

In tali condizioni estreme si verifica la **fusione termonucleare**: i nuclei di H superano la repulsione fra le cariche positive che li compongono e si uniscono, divenendo nuclei di He.

La fusione libera enormi quantità di energia.

L'energia prodotta si trasferisce fino allo stato più esterno della stella, detto **fotosfera**, e da qui si irradia nello spazio sotto forma di luce.

La composizione e la «vita» delle stelle

Le **nebulose** sono una massa di gas freddi dispersi in uno spazio molto vasto.

Non emettono luce, ma assorbono e diffondono le radiazioni emesse dalle stelle nel loro interno.

Al loro interno si formano le stelle.



La composizione e la «vita» delle stelle

Processo di **formazione ed evoluzione** di una stella segue diverse fasi.

- **Accrescimento gravitazionale**: le particelle che compongono i gas si attraggono e collidono formando aggregati sempre più grandi e riscaldando la materia.
- La massa aggregata di particelle stellari prende il nome di **protostella**. Intorno a essa le polveri rimanenti formano il **disco protoplanetario**. Da esso si potranno formare ammassi di materia più corposi che diverranno **protopianeti** e poi **pianeti**.

La composizione e la «vita» delle stelle

- Quando la stella raggiunge i 15 milioni di gradi si innescano i processi nucleari che provocano l'emissione di **luce** tipica delle stelle.
- **Condizioni stazionarie**: la stella rimane in equilibrio per lungo tempo, poiché la gravità tende a farla contrarre mentre l'energia prodotta la fa espandere.
- Man mano che la fusione nucleare provoca la formazione di He, i nuclei di questo elemento si interpongono fra gli atomi di H rallentando la fusione. La stella entra nella fase finale della vita e il suo destino dipende dalla sua massa.

La composizione e la «vita» delle stelle

Massa della stella < 8 masse solari

Gigante rossa: nel nucleo, a causa del collasso gravitazionale, si raggiungono 100 milioni di gradi e si innesca la fusione dell'He in C e O.



Nana bianca: viene espulsa nello spazio gran parte della materia stellare periferica, mentre il nucleo si contrae nuovamente.



Nova: in certi casi si innesca una reazione di fusione nucleare, la cui energia liberata spazza via i gas superficiali e viene emesso un bagliore luminosissimo.

La composizione e la «vita» delle stelle

Massa della stella > 8 masse solari

Supergigante rossa: una serie di ripetute contrazioni e dilatazioni del nucleo porta alla formazione di elementi con masse atomiche via via maggiori come Fe e Si.

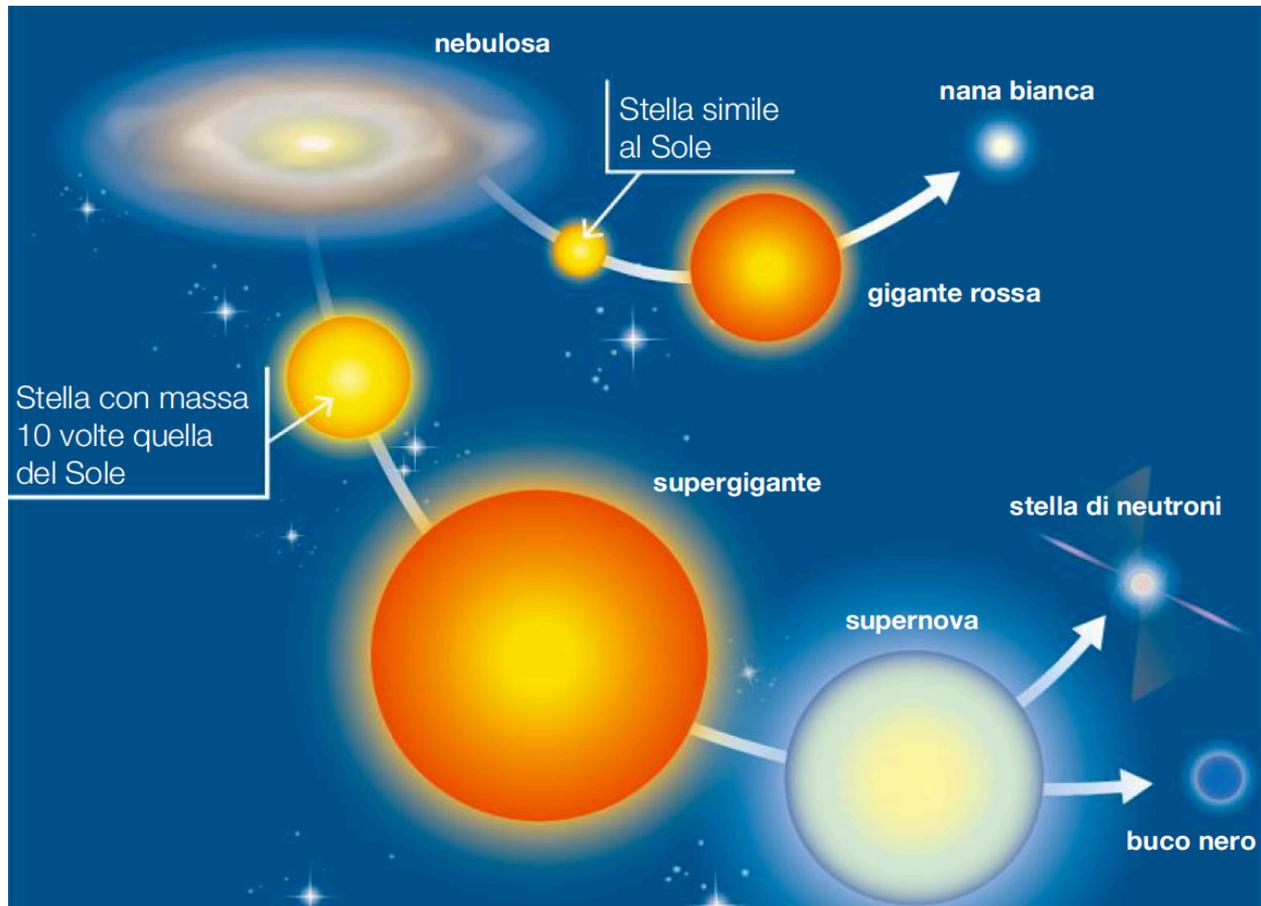


Supernova: un'esplosione violentissima proietta la materia nello spazio intorno.



Stelle di neutroni, pulsar e buchi neri: si generano a partire dalla massa stellare residua che si contrae formando oggetti sempre più densi e pesanti.

La composizione e la «vita» delle stelle



Le galassie e il mezzo intergalattico

La **galassia** è un insieme grandissimo di stelle, di ammassi di stelle, di sistemi planetari, di nebulose, di polveri e di gas dispersi che si attraggono reciprocamente per gravità.

La **Via Lattea o Galassia** (con la G maiuscola) è composta da tutte le stelle visibili distintamente dalla Terra, compreso il Sole.

Le galassie e il mezzo intergalattico

Nello spazio esistono molti miliardi di galassie separate dal mezzo intergalattico.

Lungo il piano equatoriale sono più spesse al centro e sottili alla periferia: nel nucleo galattico le stelle sono addensate in modo compatto, mentre nella periferia si diradano fino a esaurirsi nello spazio.

Secondo la forma generale si distinguono quattro tipi di galassie.

Le galassie e il mezzo intergalattico

1. **A spirale**: con lunghi bracci che si estendono a partire dal centro galattico.



2. **Ellittiche**: di forma ovale.



Le galassie e il mezzo intergalattico

3. **A spirale barrata**: con bracci che partono discosti dal nucleo.



4. **Irregolari**.



Le galassie e il mezzo intergalattico

Fra le stelle vi sono gas ionizzati, molecole e polveri molto rarefatti detti nel loro insieme **mezzo interstellare**.

Alla periferia di ogni galassia esso sfuma nel **mezzo intergalattico**, uno spazio quasi vuoto ma non del tutto privo di materia.

Esaminando lo spettro della luce emessa dalle galassie, **Hubble** notò che tutti presentavano uno spostamento verso il rosso (red shift).

Le galassie e il mezzo intergalattico

Le galassie si allontanano da noi e tra loro. La loro velocità di allontanamento, o recessione, è tanto maggiore quanto più sono lontane.

$$v = H \cdot d$$

v = velocità di allontanamento

d = distanza dalla Terra

H = costante di Hubble

Il Sistema solare

Il **Sistema solare** è la parte dell'Universo, nella Via Lattea, che comprende la stella Sole intorno a cui orbitano 8 pianeti, i rispettivi satelliti e anelli, pianeti nani, asteroidi, comete, meteore, polveri e spazio interplanetario.

Tutti questi corpi si muovono lungo le proprie orbite attratti l'un l'altro dalla forza di gravità.

Il Sistema solare

Il **Sole** è una **stella gialla** che dista dalla Terra mediamente 150 milioni di km. La sua luce proviene dalla fotosfera, che ha temperatura di circa 5500 °C.

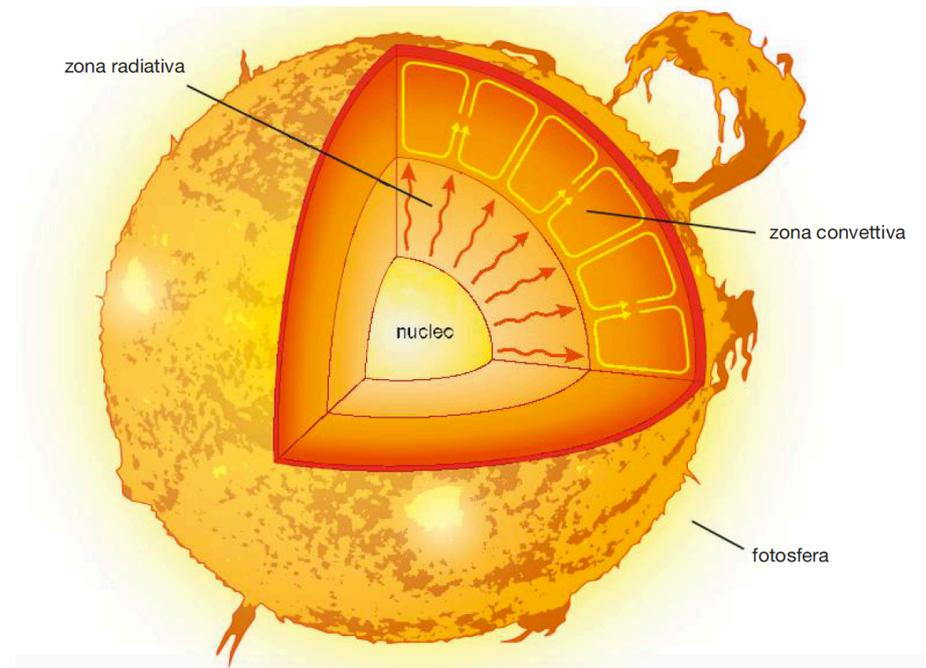
È formato da materia allo stato di plasma, ossia gas ionizzati costituiti in massima parte da H e He. Sono presenti anche elementi in percentuali minori come C, N ed O.

L'energia luminosa che colpisce la Terra alimenta l'intera biosfera e muove le masse d'aria e le correnti marine.

Il Sistema solare

La **costante solare** è la potenza della luce solare per ogni metro quadrato di superficie esterna all'atmosfera.

Dal centro alla periferia del Sole si distinguono diversi strati concentrici, come dei gusci.



Il Sistema solare

- **Nucleo**: temperatura, pressione e densità altissime. Avvengono reazioni di fusione nucleare che trasformano H in He generando un'enorme quantità di energia.
- **Zona Radiativa**: riceve l'energia del nucleo e la riemette sotto forma di radiazioni gamma e raggi X.
- **Zona Convettiva**: i gas caldi riescono a fluire verso l'esterno, dove si raffreddano e vengono coinvolti in un ciclo continuo di moti convettivi.

Il Sistema solare

- **Fotosfera**: emette la luce visibile e la irradia verso lo spazio esterno.

Presenta sulla superficie una **granulazione**, cioè una fitta rete di granuli e in alcuni casi delle macchie scure, zone più fredde, dette **macchie solari**.

Sulla fotosfera sfavillano anche delle zone più chiare dette **brillamenti**, che sono eruzioni violente di materiale caldissimo e luminoso

Il Sistema solare

- **Cromosfera**: costituita da gas sfuggiti agli strati sottostanti, ha l'aspetto di un alone rosato-rossastro, dove possono apparire getti di materia luminosa allo stato di plasma, detti **protuberanze**, che si innalzano per centinaia di migliaia di km.
- **Corona**: ha l'aspetto di un chiaro alone luminoso, molto rarefatto e da cui vengono emessi verso l'esterno flussi di particelle che costituiscono il **vento solare**.

Il Sistema solare

Un **pianeta** è un corpo in orbita intorno a una stella, non produce energia per fusione termonucleare, ha una forma pressappoco sferica e una massa abbastanza grande da avere due importanti effetti:

- attrarre verso di sé corpi minori
- mantenere in orbita i propri satelliti

Gli otto pianeti del Sistema solare, dal più vicino al più lontano dal Sole sono: **Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno.**

Il Sistema solare

I pianeti del nostro Sistema solare si sono originati per accrescimento gravitazionale dalla stessa nebulosa che ha dato origine al Sole.

Il **moto di rotazione** di un pianeta su se stesso è regolare e costante. Il periodo di rotazione, cioè il tempo impiegato per completare un giro intorno al proprio asse, è il **giorno**.

I **pianeti rocciosi** o **pianeti di tipo terrestre** sono Mercurio, Venere, la Terra e Marte. Hanno densità elevata, una crosta rocciosa costituita da silicati e pochi o nessun satellite naturale.

Il Sistema solare

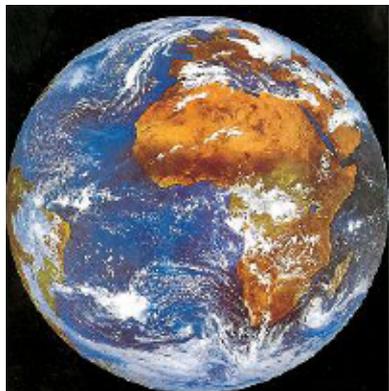


Mercurio è il pianeta più piccolo, non ha lune né atmosfera e la sua superficie è incisa da numerosi crateri.

Venere ha un'atmosfera ricca di nubi di anidride carbonica, non ha lune e ha una rotazione retrograda da Est a Ovest.

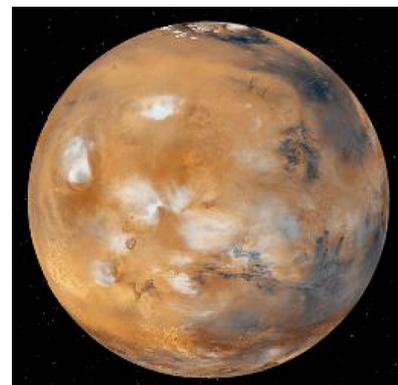


Il Sistema solare



Terra. I tre quarti della sua superficie sono coperti d'acqua, ha un atmosfera che permette la vita e possiede una luna.

Marte ha due lune ed è chiamato pianeta rosso per la presenza di ossidi di ferro. La superficie ha linee scure che sembrano canali. Le calotte polari sono rivestite da anidride carbonica e acqua allo stato solido.



Il Sistema solare

Gli **asteroidi** sono corpi rocciosi in orbita intorno al Sole di forma generalmente piccola e irregolare. La maggior parte di essi orbita nello spazio tra Marte e Giove.

I **planeti gassosi** o **planeti di tipo gioviano** sono Giove, Saturno, Urano e Nettuno. Sono composti di materia simile a quella del Sole, in prevalenza H e He .

Hanno molte lune, sono tutti circondati da anelli, hanno massa e volume molto superiori rispetto ai pianeti di tipo terrestre, ma densità molto più bassa.

Il Sistema solare



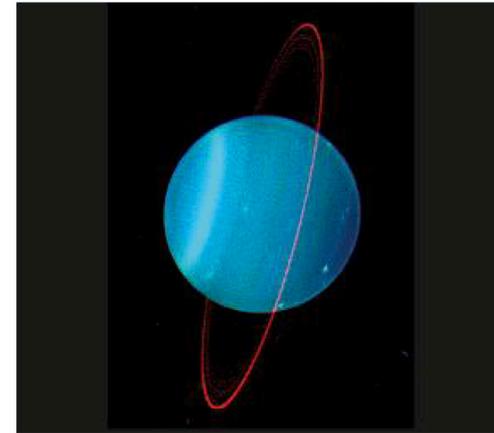
Giove è il più grande pianeta del Sistema solare, ha 67 satelliti e la sua atmosfera contiene H e He.

Saturno. L'atmosfera contiene H e He, ha 62 satelliti visibili dalla Terra, costituiti da frammenti solidi e polveri in orbita attorno al pianeta.



Il Sistema solare

Urano ha anelli, meno visibili occhio nudo. Ha una rotazione retrograda con asse di rotazione molto inclinato. Ha colorazione azzurra dovuta a spesse nubi di metano, H e He.



Nettuno: ha una composizione atmosferica simile a Urano e le sue nubi sono spinte dai venti più forti di tutto il sistema solare.

Il Sistema solare

Gli **oggetti transnettuniani** sono corpi in orbita attorno al Sole, ma che si trovano oltre Nettuno.

Si tratta di pianeti nani come **plutone**, pianetini, asteroidi e altri corpi minori.

La **fascia** o **cintura di Kuiper** è costituita da centinaia di oggetti di ghiaccio, residui della nascita dei pianeti lanciati alla periferia del Sistema solare.

Il Sistema solare

Le **comete** appaiono come corpi luminosi e diffusi, con una coda che si prolunga dalla parte opposta a quella dove è tramontato il Sole. Si originano in una fascia di corpi transnettuniani detta **nube di Oort**.

Sono corpi freddi in orbita attorno al Sole con una traiettoria molto schiacciata e allungata costituite da polveri miste a ghiaccio.

Il **nucleo** centrale, in prossimità del Sole, sublima emettendo gas e vapori che diffondono la luce solare formando la **chioma**. La chioma, investita dal vento solare, si prolunga generando la **coda**.

Il Sistema solare

Lo spazio interplanetario è popolato da frammenti di materia solida che, a contatto con l'atmosfera si riscaldano e vaporizzano diventando incandescenti.

Le **meteore** sono i frammenti più grandi che tracciano scie di luce che si spengono in pochi istanti e che definiamo stelle cadenti.

La Terra, in certi periodi dell'anno, interseca i resti lasciati da alcune comete dando origine a **sciami meteoritici**.

I **meteoriti** sono quei frammenti più corposi che raggiungono il suolo.

Le leggi di Keplero

I legge di Keplero

I pianeti descrivono orbite ellittiche di cui il Sole occupa uno dei due fuochi.

Nel moto intorno al Sole i pianeti periodicamente si avvicinano al Sole raggiungendo la minima distanza in un punto detto **perielio** e se ne allontanano fino all'**afelio**, il punto più lontano.

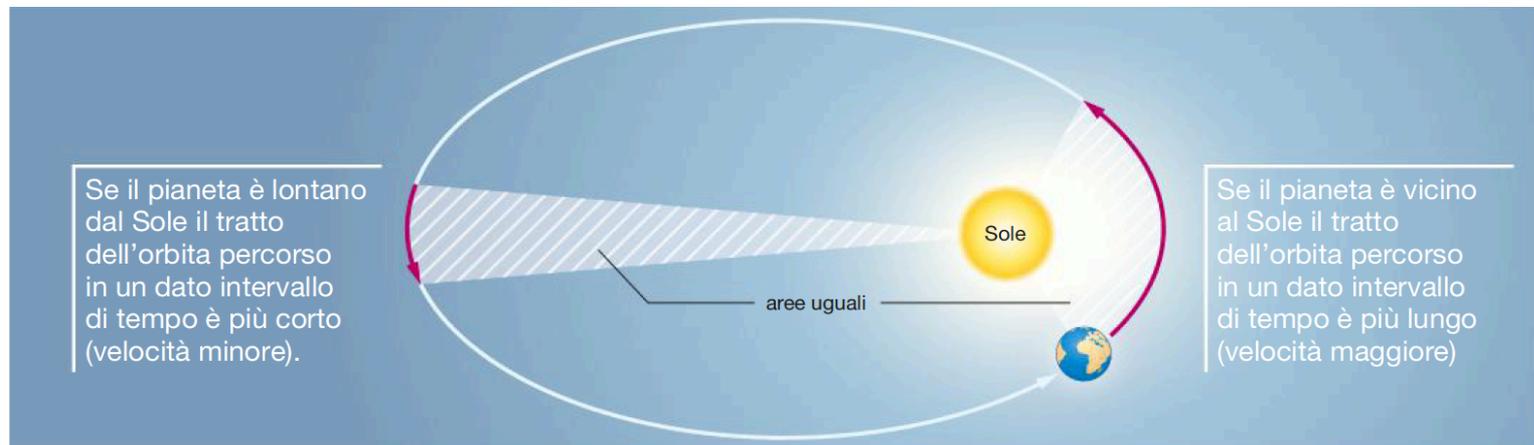


Le leggi di Keplero

Il legge di Keplero

La velocità con cui ogni pianeta percorre la propria orbita aumenta quanto più esso si avvicina al Sole e diminuisce quanto più se ne allontana.

Quando la Terra è in afelio la velocità è minima, in perielio è massima.



Le leggi di Keplero

III legge di Keplero

Il quadrato del tempo impiegato a percorrere un'orbita completa è direttamente proporzionale al cubo della distanza del pianeta dal Sole.

La velocità di rivoluzione media di un pianeta è quindi tanto minore quanto più esso è lontano dal sole: il pianeta più lento è nettuno e il più veloce è Mercurio.

