

ZANICHELLI

Jay Phelan, Maria Cristina Pignocchino

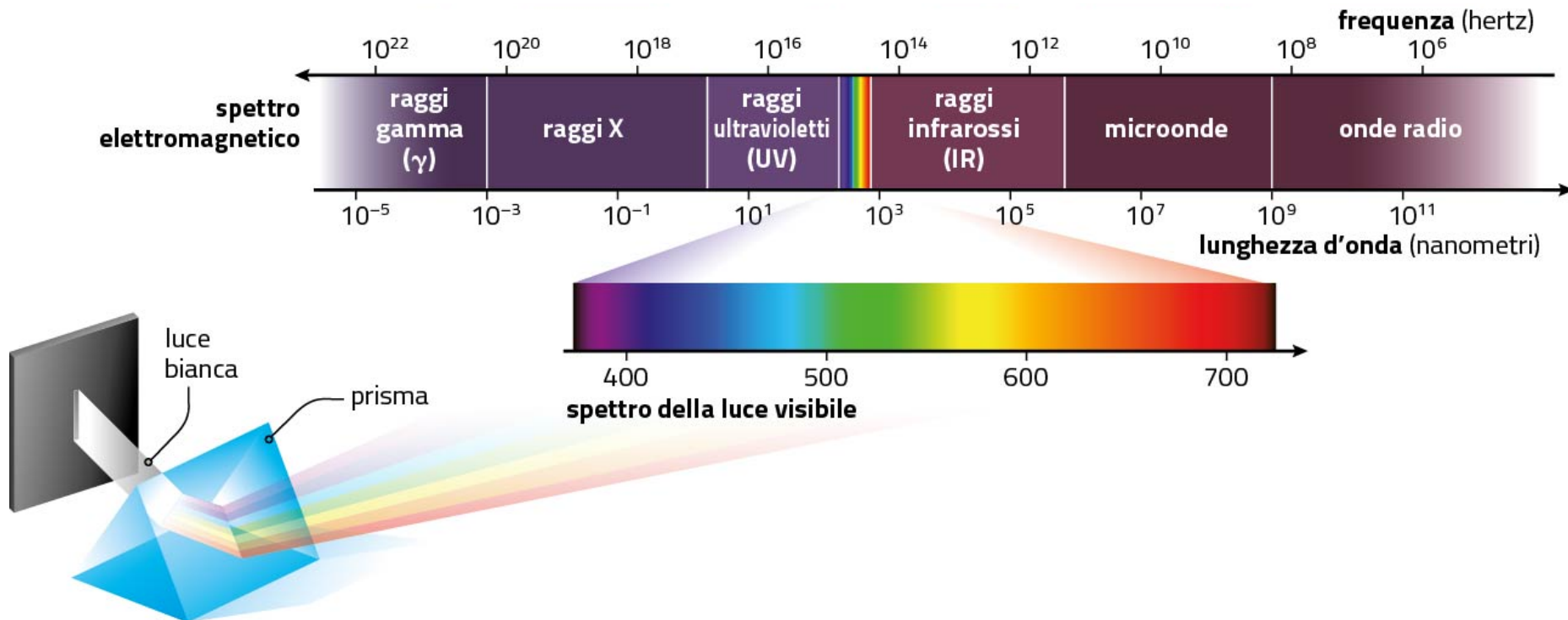
Scopriamo le scienze della Terra

Capitolo 2

Le stelle e il Sistema solare

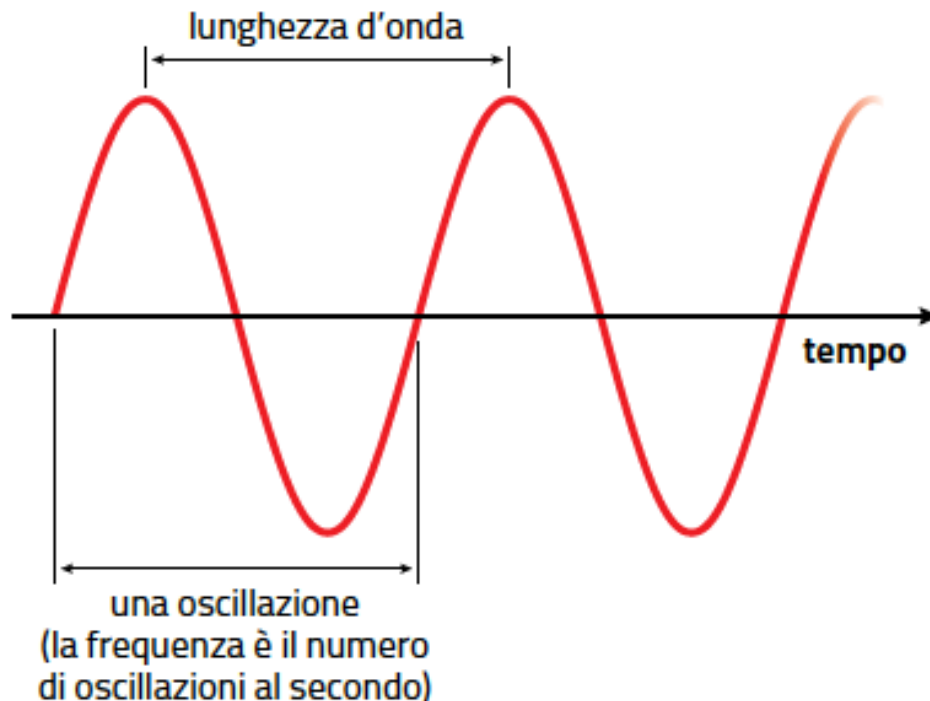
1. Le stelle e la luce /1

La luce è **energia elettromagnetica** emessa da una sorgente; si propaga nello spazio sotto forma di radiazioni che si muovono in linea retta.



1. Le stelle e la luce /2

La luce è un insieme di radiazioni elettromagnetiche caratterizzate da **lunghezza d'onda** e **frequenza** diverse che trasportano energia sotto forma di **fotoni**.



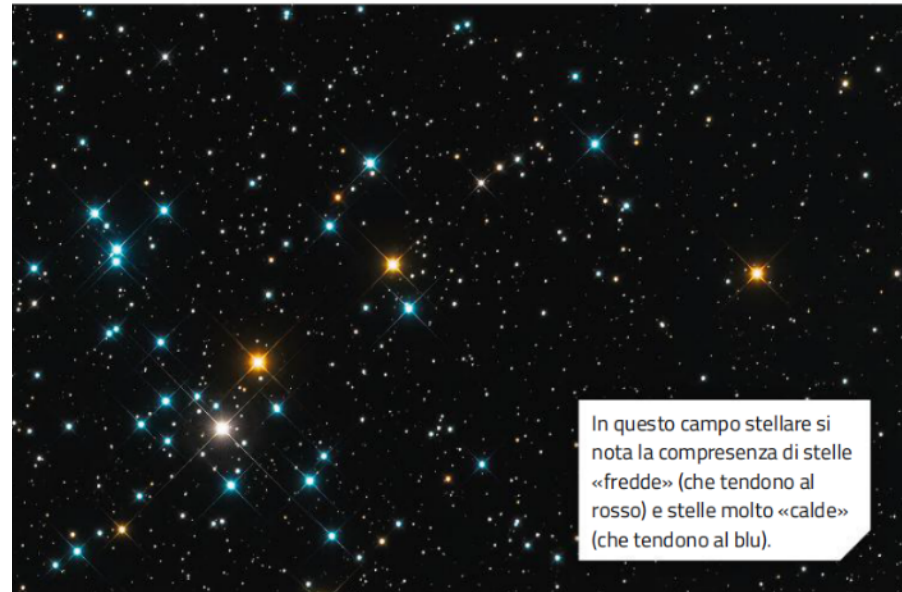
La luce ha una velocità di circa 300 000 km/s.

2. I colori e la luminosità delle stelle

Il colore di una stella dipende dalla sua **temperatura superficiale**.

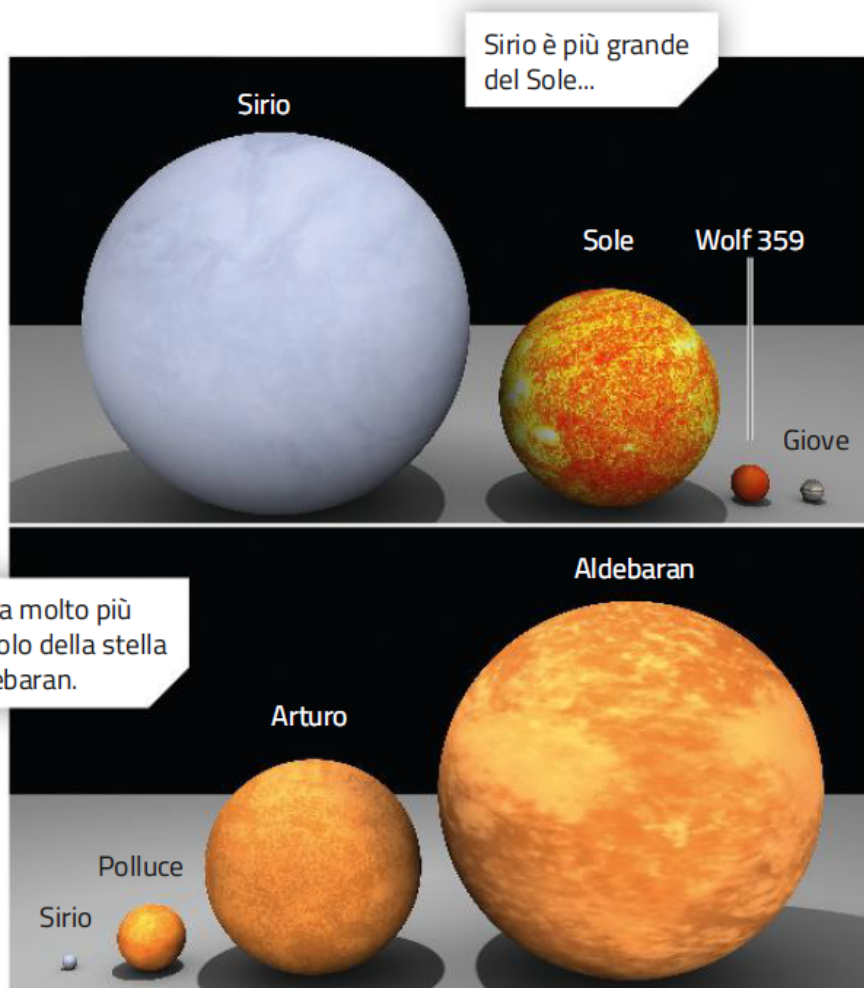
Oltre che per il colore, le stelle si differenziano fra loro anche per la **luminosità assoluta**, che è la quantità di energia emessa da una stella in un'unità di tempo.

Invece la **luminosità apparente** è lo splendore di una stella così come appare in cielo.



3. Le dimensioni delle stelle

Oltre che per il colore e per la luminosità, le stelle differiscono anche per le dimensioni.



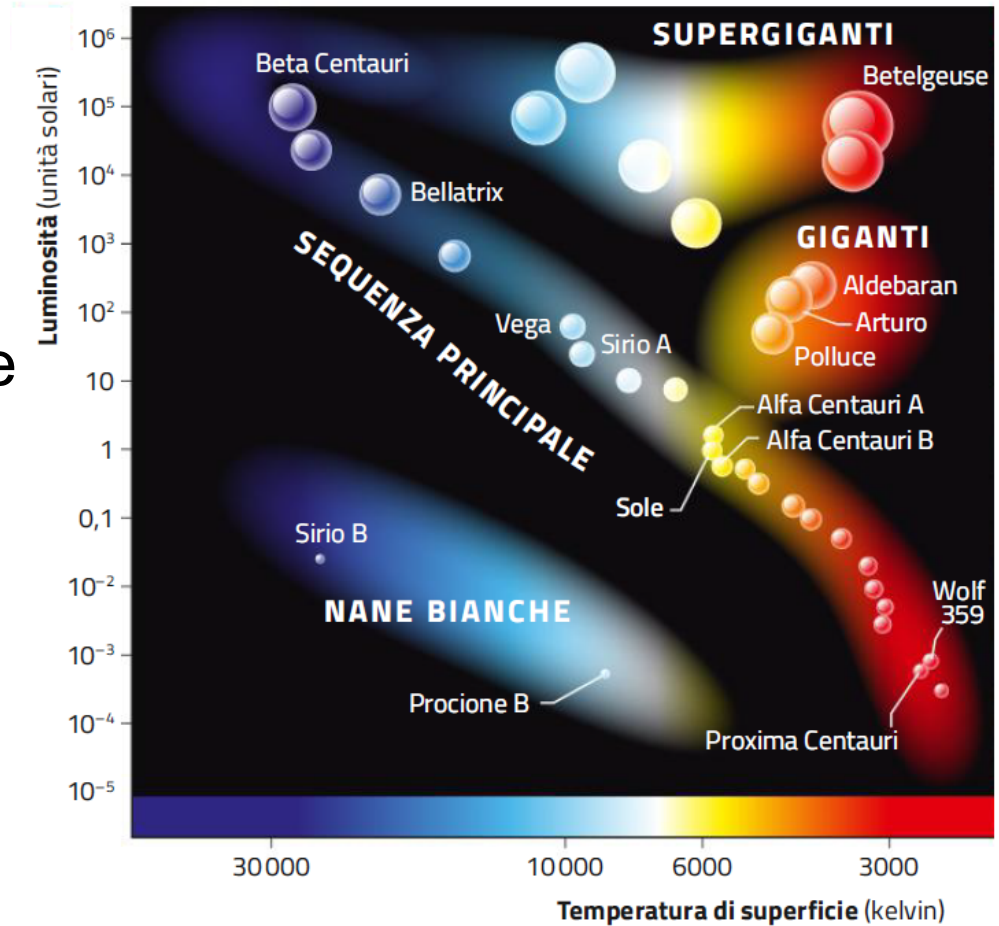
Le stelle più grandi sono le **giganti** o **supergiganti**, che in genere hanno un raggio compreso tra 10 e 100 volte quello del Sole. Le stelle più piccole sono chiamate **nane**.

I termini «gigante» e «nana» sono riferiti al **volume** e non alla massa.

4. Il diagramma H-R

Per catalogare le stelle in base alla luminosità e alla temperatura superficiale, si usa il **diagramma H-R**.

La maggior parte delle stelle occupa la **sequenza principale**, una fascia che attraversa il diagramma dall'alto a sinistra verso il basso a destra.



5. Le reazioni termonucleari nelle stelle /1

Nel nucleo stellare la materia si trova in uno stato fisico particolare, denominato **plasma**.

Il plasma è un fluido densissimo e caldissimo, in cui gli atomi sono in forma ionizzata e gli elettroni formano un «mare» dove i nuclei fluttuano e si muovono liberamente.

Nel plasma del nucleo stellare si verificano le **reazioni di fusione termonucleare**, durante le quali due o più nuclei atomici si uniscono, formando un nucleo più complesso che ha massa inferiore rispetto alla somma di quelli iniziali.

La massa perduta viene trasformata in **energia**, secondo la relazione **$E = mc^2$** .

5. Le reazioni termonucleari nelle stelle /2

Ogni stella è destinata a spegnersi, perché le reazioni termonucleari durano fino a quando i reagenti sono presenti in quantità sufficiente e finché sono mantenute le condizioni di temperature e pressione necessarie.

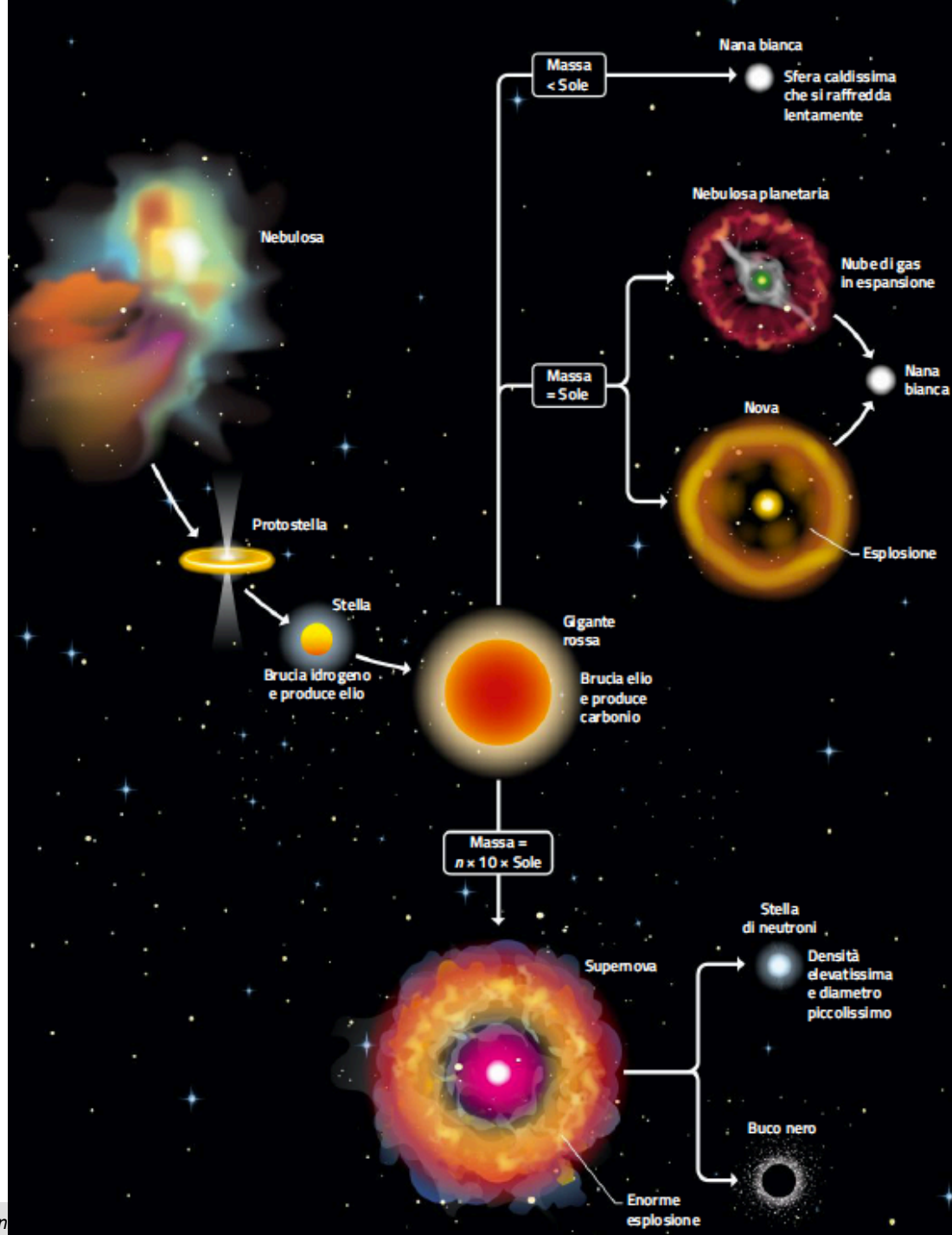
Le stelle nascenti e alcune stelle morenti sono associate alla presenza di grosse nubi interstellari di gas e polveri, chiamate **nebulose**.

6. La nascita e l'evoluzione delle stelle

Quando una nebulosa di polveri e gas si contrae per effetto della gravità, si forma una **protostella**.

Quando si innescano le reazioni di fusione dell'idrogeno, l'energia prodotta fa sì che la **stella** entri in una fase di stabilità.

Nella **fase di stabilità** la stella produce luce e mantiene costanti le sue dimensioni. Questa fase dura fino a quando tutto l'idrogeno del nucleo non si è trasformato in elio; a questo punto, la stella riprende a contrarsi.

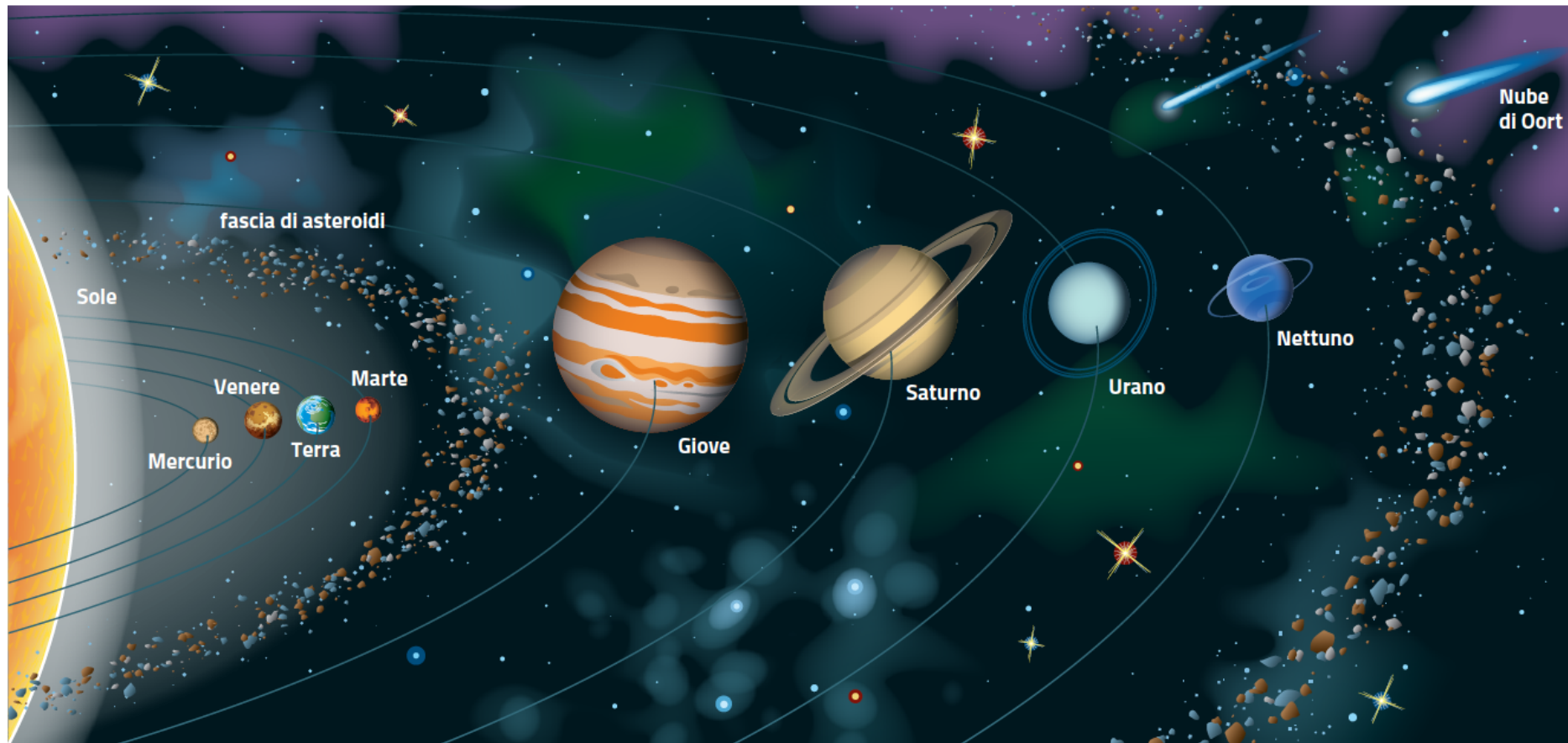


7. Il Sistema solare /1

Il Sistema solare comprende il **Sole** e tutti i corpi soggetti alla sua attrazione gravitazionale e che si muovono intorno a esso:

- **8 pianeti**, corpi relativamente freddi di forma quasi sferica intorno ai quali spesso ruotano uno o più **satelliti**;
- **pianeti nani**, simili a pianeti per forma ma dotati di massa più piccola;
- **asteroidi**, corpi rocciosi o metallici con forme irregolari e dimensioni più ridotte rispetto a pianeti e pianeti nani;
- **comete**, corpi di dimensioni simili agli asteroidi, ma formati da rocce, ghiaccio e gas.

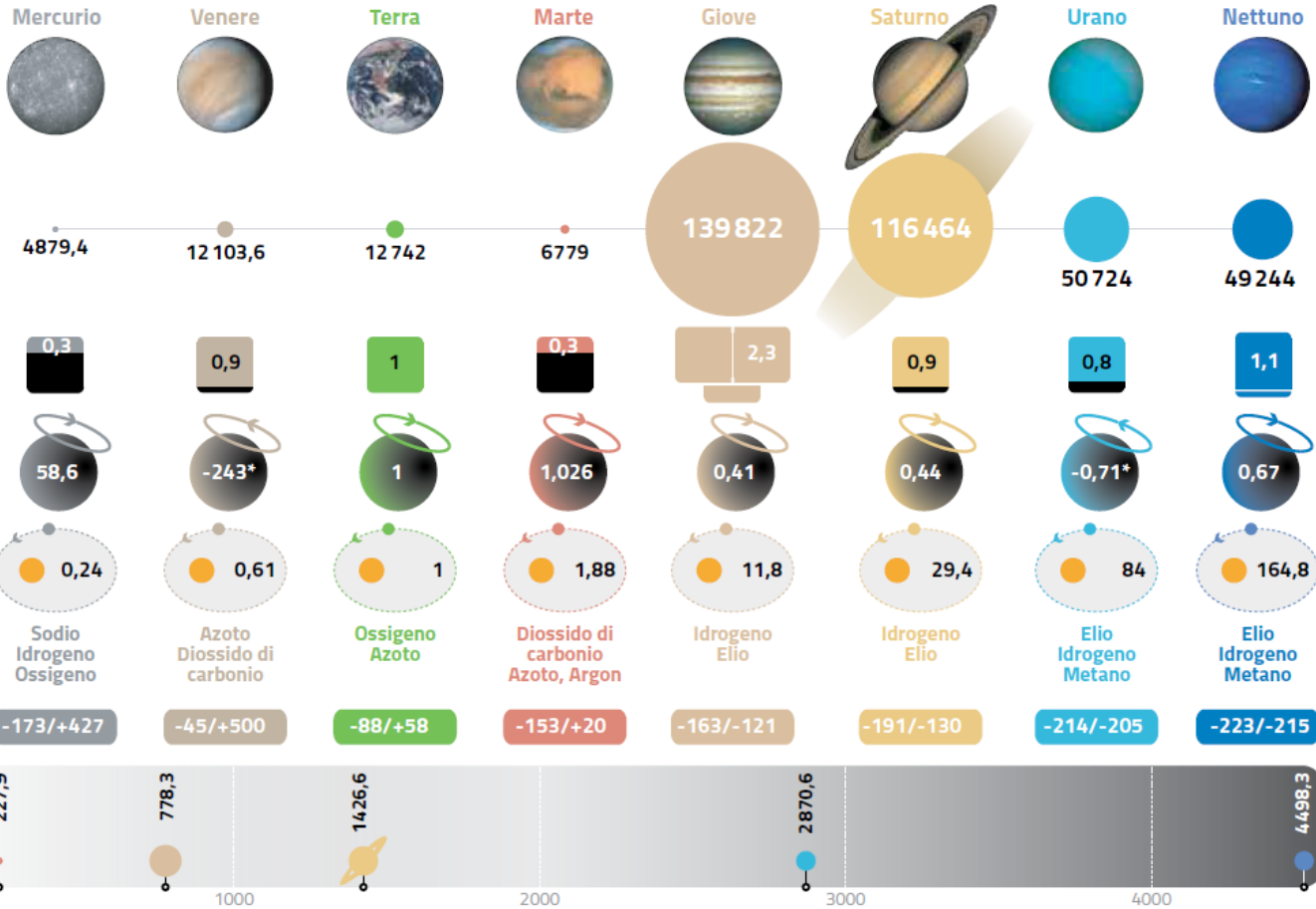
7. Il Sistema solare /2



I DATI A COLPO D'OCCHIO

Il Sistema solare

Il confronto tra alcune caratteristiche degli otto pianeti del Sistema solare.



*Rotazione inversa rispetto a quella terrestre

**Questo valore dipende dalla diversa accelerazione di gravità

Fonte: NASA.gov

Svolgi i seguenti esercizi.

1. Quale pianeta ha dimensioni simili a quelle della Terra?
2. Qual è il pianeta più esterno del Sistema solare? E quello più interno?

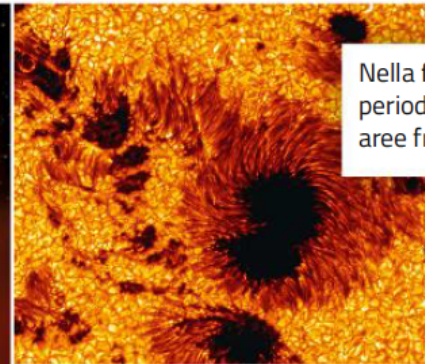
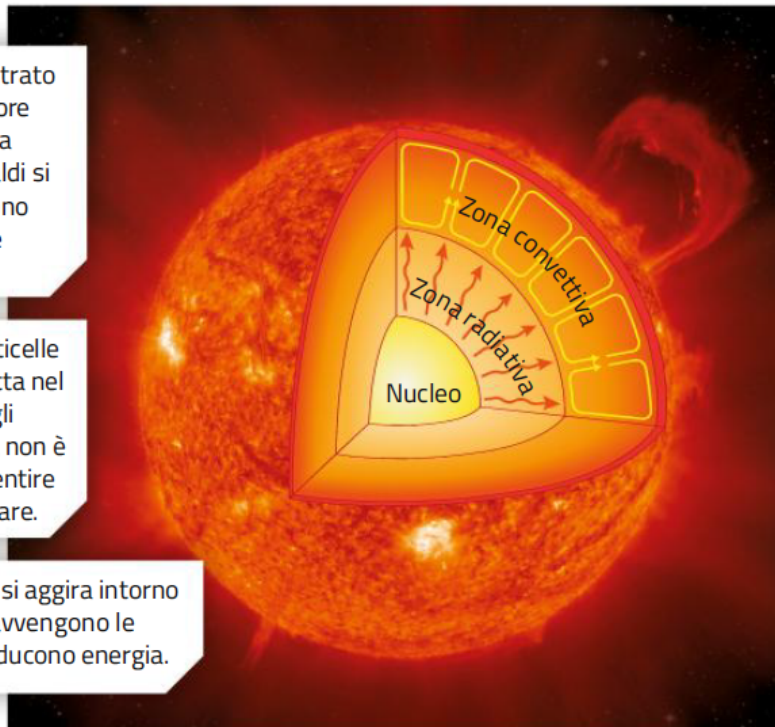
8. Il Sole, la nostra stella

Il **Sole** è una stella gialla di massa relativamente piccola e composta soprattutto da idrogeno ed elio.

La zona convettiva è uno strato di gas che trasferisce il calore dalla zona radiativa verso la superficie del Sole; i gas caldi si spostano verso l'alto, cedono calore allo strato esterno e sprofondano nuovamente.

Nella zona radiativa le particelle assorbono l'energia prodotta nel nucleo e la trasmettono agli strati più esterni; il plasma non è abbastanza caldo da consentire le reazioni di fusione nucleare.

Nel nucleo la temperatura si aggira intorno ai 15 milioni di kelvin; qui avvengono le reazioni di fusione che producono energia.



Nella fotosfera si formano periodicamente le macchie solari, aree fredde che appaiono più scure.



La corona è formata da gas ionizzati che si disperdono in tutte le direzioni, formando il vento solare.

9. I pianeti di tipo terrestre /1

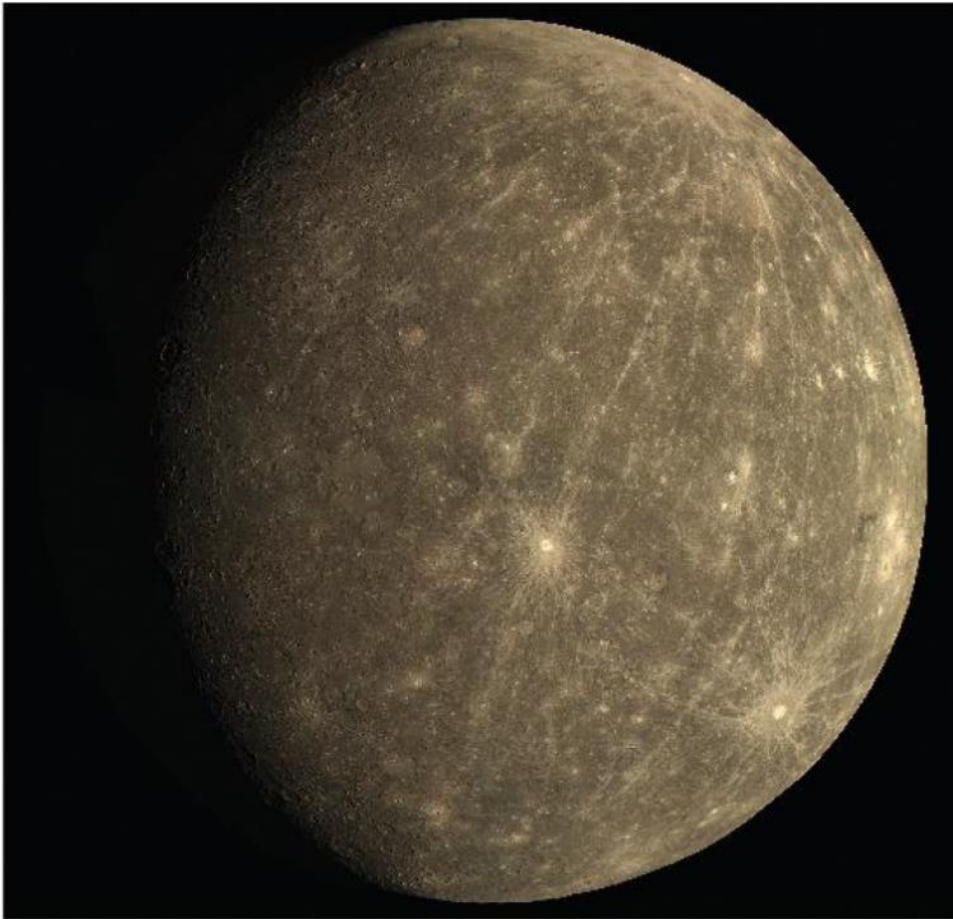
I **pianeti** sono corpi opachi e freddi caratterizzati da una forma quasi sferica e da una massa notevole, anche se nettamente inferiore a quella del Sole.

I **pianeti di tipo terrestre** sono:

- Mercurio;
- Venere;
- Terra;
- Marte.

Sono pianeti simili alla Terra: sono rocciosi e di piccole dimensioni, ma hanno una densità elevata perché sono formati prevalentemente da metalli ed elementi pesanti come il silicio e il ferro.

9. I pianeti di tipo terrestre /2



Mercurio è il più piccolo dei pianeti e il più vicino al Sole, da cui dista 58 milioni di km e attorno al quale ruota in soli 88 giorni. È poco più grande della Luna.

La superficie è rugosa, ricoperta di polvere e costellata di crateri prodotti dall'impatto di meteoriti.

Mercurio

Raggio 2439 km

Densità 5,4 g/cm³

Periodo di rotazione 58,6 giorni

Periodo di rivoluzione 88 giorni

Distanza media dal Sole 58 milioni di km

Numero di satelliti 0

9. I pianeti di tipo terrestre /3



Venere è il pianeta più vicino alla Terra e quindi il più visibile a occhio nudo; è anche il più simile per dimensioni e densità. È però circondato da un'atmosfera densissima e corrosiva che genera una pressione atmosferica 90 volte superiore a quella terrestre.

Il pianeta è coperto da fitte nubi di acido solforico che riflettono la luce solare e lo rendono molto luminoso.

Venere

Raggio 6052 km

Densità 5,2 g/cm³

Periodo di rotazione 243 giorni

Periodo di rivoluzione 225 giorni

Componenti dell'atmosfera diossido di carbonio, azoto

Distanza media dal Sole 108 milioni di km

Numero di satelliti 0

9. I pianeti di tipo terrestre /4



L'aspetto della Terra è caratterizzato dalla presenza degli oceani, che le conferiscono il colore blu predominante. Anche le nubi e le modificazioni dovute alla presenza di forme di vita (come le verdi foreste equatoriali) sono tratti distintivi del nostro pianeta.

La Terra mostra due calotte polari formate da acqua ghiacciata. Anche Marte possiede due calotte simili, costituite anche da diossido di carbonio ghiacciato.

Terra

Raggio 6371 km

Densità 5,5 g/cm³

Periodo di rotazione 23,93 ore

Periodo di rivoluzione 365 giorni

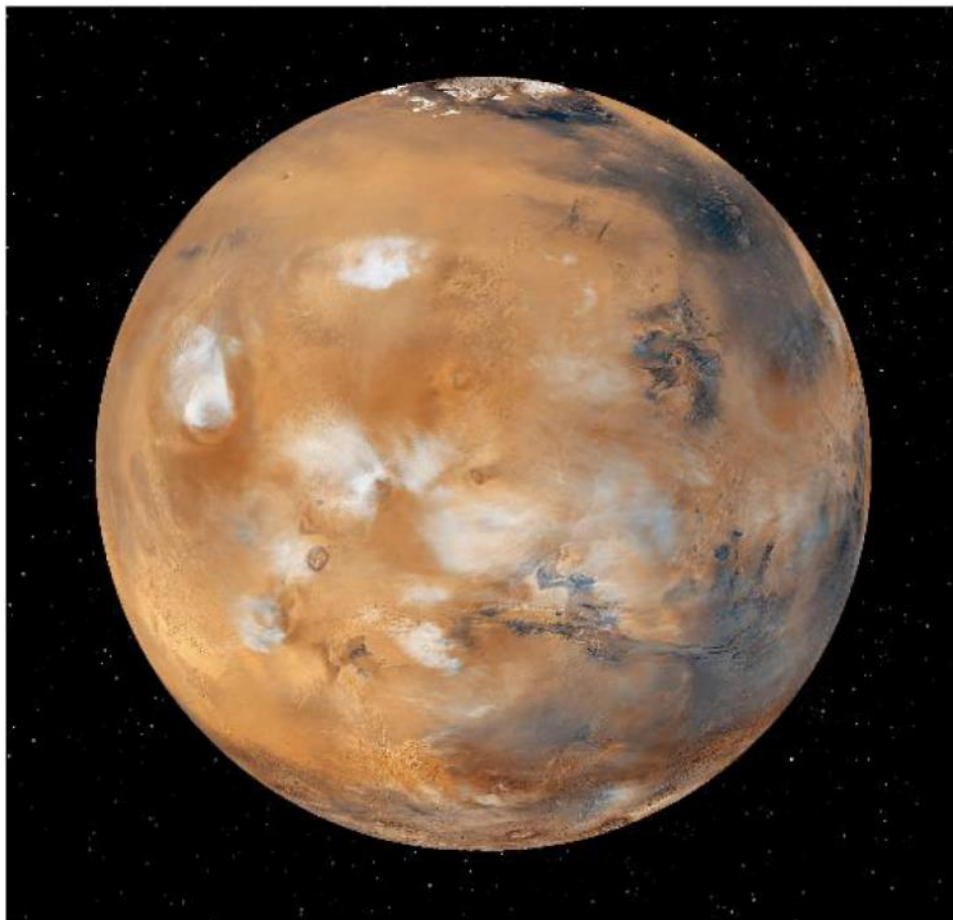
Componenti dell'atmosfera

azoto, ossigeno, diossido di carbonio, vapore acqueo

Distanza media dal Sole 149 milioni di km

Numero di satelliti 1

9. I pianeti di tipo terrestre /5



Il raggio di Marte è circa la metà di quello della Terra. Ha un'atmosfera sottilissima, composta da diossido di carbonio con tracce di vapore acqueo; è un pianeta roccioso e gran parte della sua superficie contiene composti ossidati del ferro, che gli conferiscono il caratteristico colore rosso. Possiede due piccoli satelliti, Phobos e Deimos.

Su Marte sono presenti forti venti (fino a 200 km/h) capaci di dar luogo a violente tempeste di sabbia e di sagomare i rilievi. Si osservano anche letti di antichi fiumi.

Marte
Raggio 3390 km
Densità 3,9 g/cm ³
Periodo di rotazione 24,6 ore
Periodo di rivoluzione 687 giorni
Componenti dell'atmosfera diossido di carbonio, azoto, polveri
Distanza media dal Sole 229 milioni di km
Numero di satelliti 2

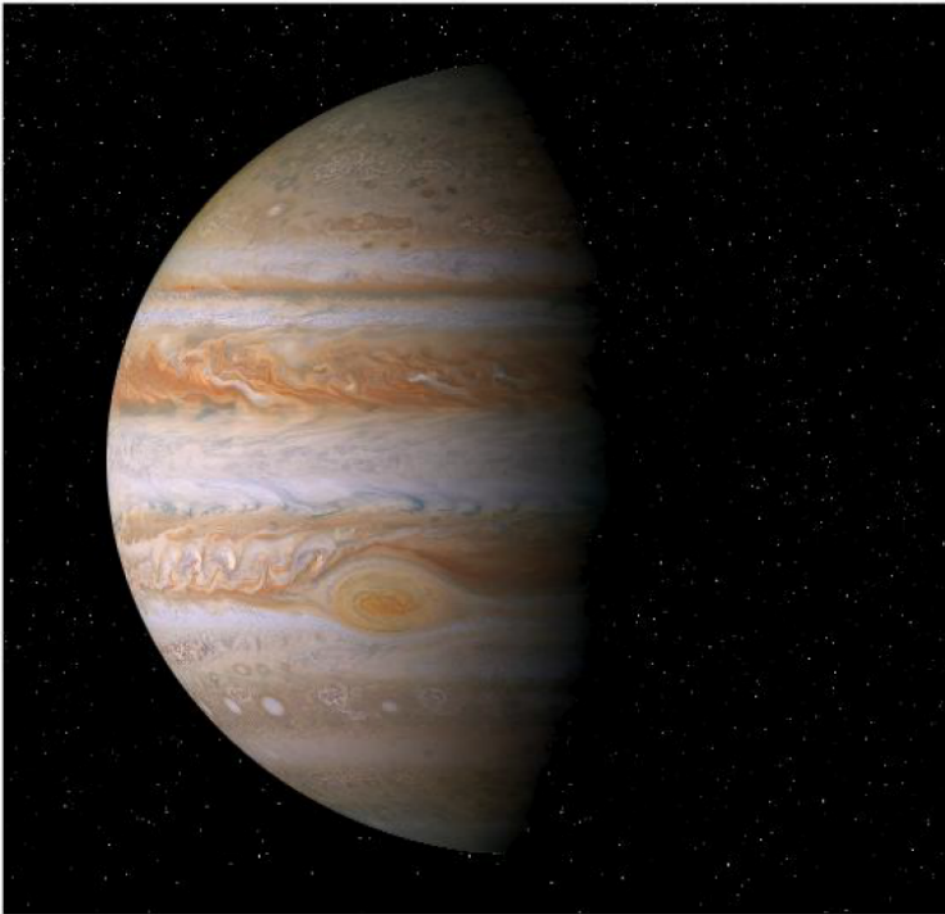
10. I pianeti di tipo gioviano /1

I pianeti di tipo gioviano sono:

- Giove;
- Saturno;
- Urano;
- Nettuno.

Sono molto grandi, non hanno una crosta solida formata da rocce e presentano un'atmosfera molto spessa formata da gas leggeri.

10. I pianeti di tipo gioviano /2

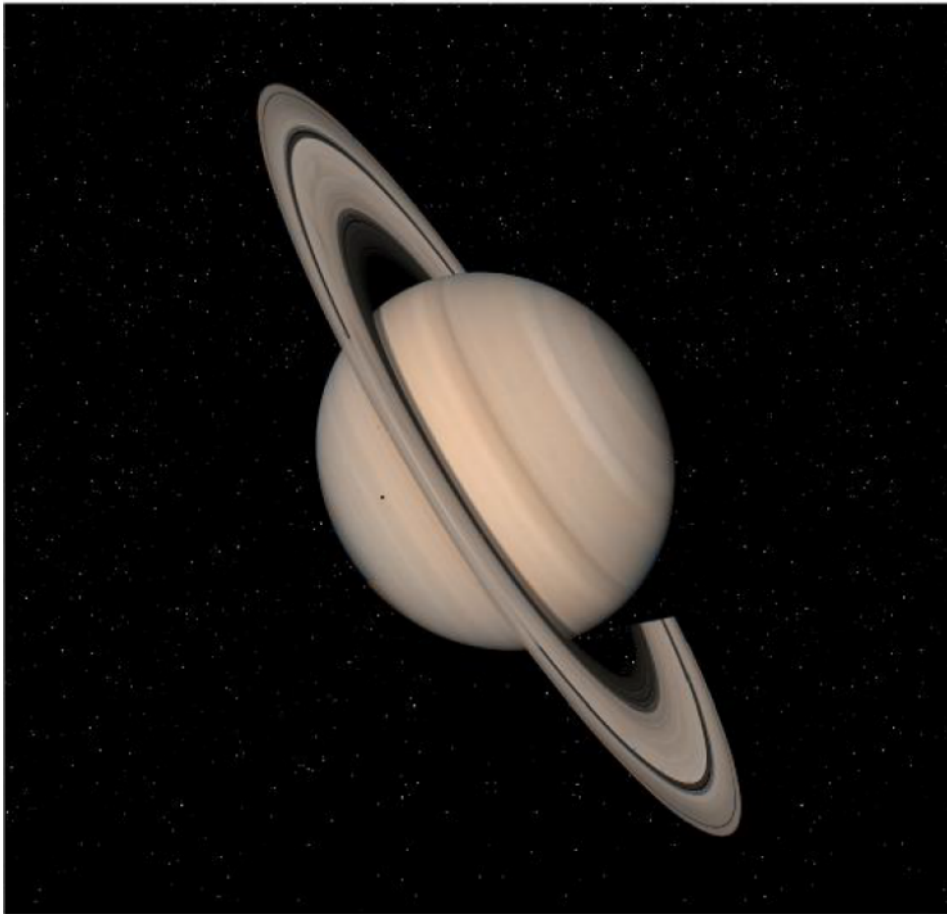


Giove è il più grande pianeta del Sistema solare. Compie una rivoluzione attorno al Sole in poco meno di 12 anni terrestri, ma ruota su se stesso in meno di 10 ore. Giove possiede un elevato numero di satelliti naturali, circa 64, che lo rendono il pianeta con il più grande corteo di satelliti del Sistema solare.

L'atmosfera di Giove è ricca di nubi, che a causa dell'elevata velocità di rotazione prendono la forma di fasce parallele all'Equatore. La grande macchia rossa è un gigantesco ciclone che dura da almeno 300 anni.

Giove
Raggio 69911 km
Densità 1,4 g/cm ³
Periodo di rotazione 9,92 ore
Periodo di rivoluzione 12 anni
Componenti dell'atmosfera idrogeno, elio
Distanza media dal Sole 778 milioni di km
Numero di satelliti 64

10. I pianeti di tipo gioviano /3



Saturno è un pianeta gassoso poco più piccolo di Giove; anch'esso compie una rotazione intorno al proprio asse in circa 10 ore. È il pianeta con densità più bassa ed è il più schiacciato ai poli. Il suo periodo di rivoluzione attorno al Sole è di circa 30 anni terrestri ed è circondato da oltre 60 satelliti, oltre che da un vistoso sistema di anelli.

Il sistema di anelli concentrici si estende per oltre 200 000 km con uno spessore di soli 20 m. Gli anelli sono formati da frammenti di ghiaccio e granuli di materiale solido, la cui dimensione varia da meno di un millimetro a circa 10 m. La diversa luminosità dei vari anelli dipende dalla densità del materiale che li compone.

Saturno

Raggio 60 268 km

Densità 0,7 g/cm³

Periodo di rotazione 10,7 ore

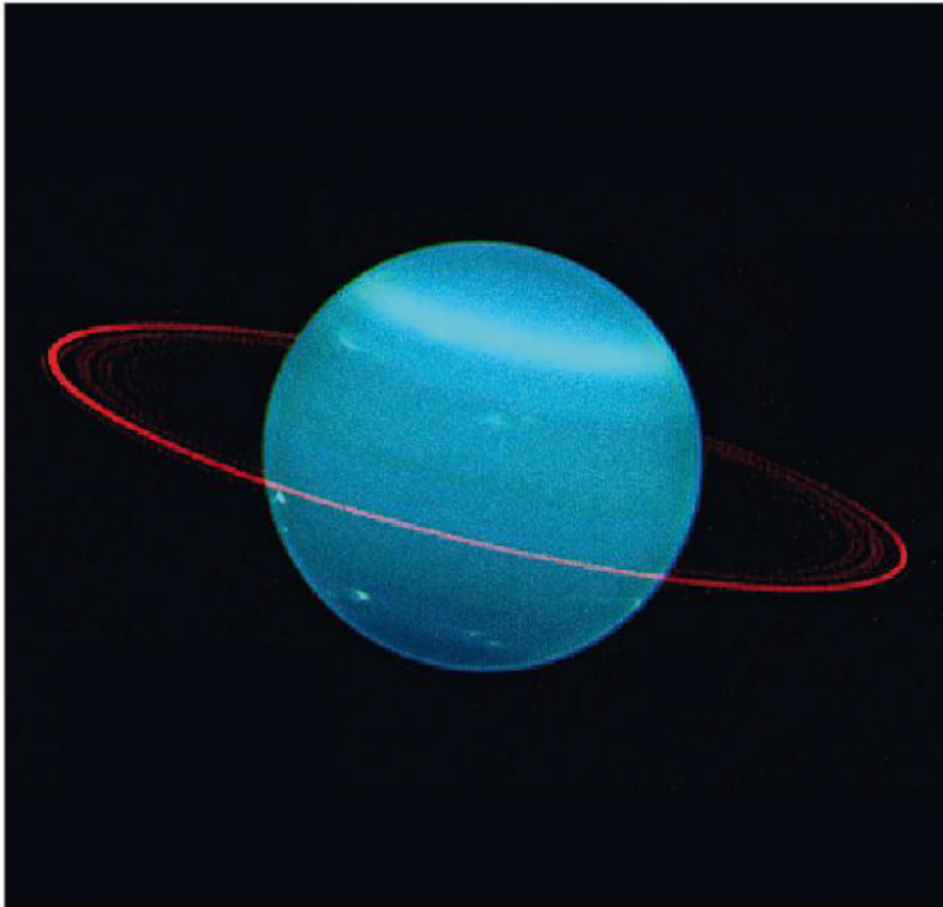
Periodo di rivoluzione 30 anni

Componenti dell'atmosfera idrogeno, elio

Distanza media dal Sole 1427 milioni di km

Numero di satelliti 62

10. I pianeti di tipo gioviano /4

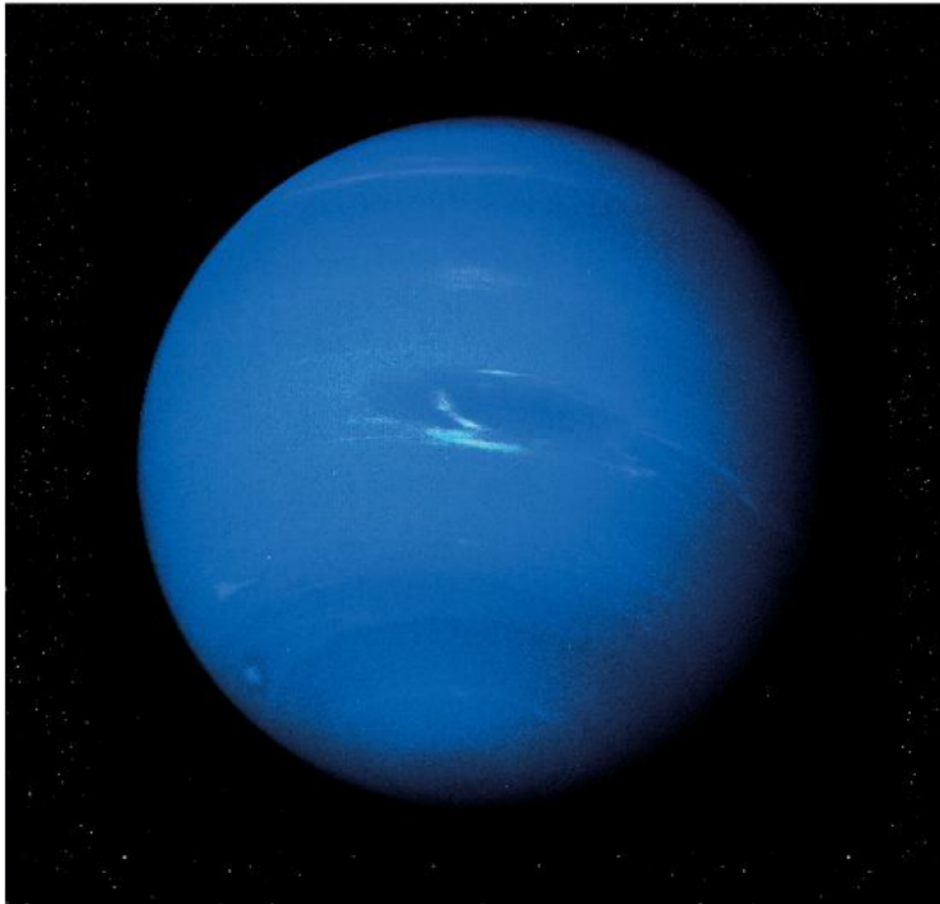


Anche **Urano** possiede un sistema di anelli, sebbene molto meno ricco e brillante di quello di Saturno. L'asse di rotazione di Urano è talmente inclinato da giacere in pratica sul piano della sua orbita. Il pianeta perciò rivolge periodicamente verso il Sole sia i due Poli sia l'Equatore. Questa peculiarità si deve probabilmente a impatti con altri corpi celesti, avvenuti nel passato.

Urano deve il suo colore azzurro al metano presente nella sua atmosfera, che assorbe la componente rossa della radiazione solare. Oltre al metano, nell'atmosfera di Urano sono presenti idrogeno ed elio. Al di sotto è presente un oceano di idrogeno, elio e metano allo stato liquido e al centro del pianeta si trova un piccolo nucleo di roccia.

Urano
Raggio 25 559 km
Densità 1,3 g/cm ³
Periodo di rotazione 17,2 ore
Periodo di rivoluzione 84 anni
Componenti dell'atmosfera idrogeno, elio, metano
Distanza media dal Sole 2870 milioni di km
Numero di satelliti 27

10. I pianeti di tipo gioviano /5



L'atmosfera di **Nettuno** è densa e ricca di nubi e la sua composizione è simile a quella di Urano, perché si trovano idrogeno, elio e metano. Le nubi di Nettuno sono spinte dai venti più forti di tutto il Sistema solare, che raggiungono i 2000 km/h.

Nettuno

Raggio 24 764 km

Densità 1,8 g/cm³

Periodo di rotazione 16,1 ore

Periodo di rivoluzione 165 anni

Componenti dell'atmosfera idrogeno, elio, metano

Distanza media dal Sole 4497 milioni di km

Numero di satelliti 13

11. I corpi minori del Sistema solare /1

I **planeti nani**, come **Plutone**, hanno piccola massa e forma sferica.

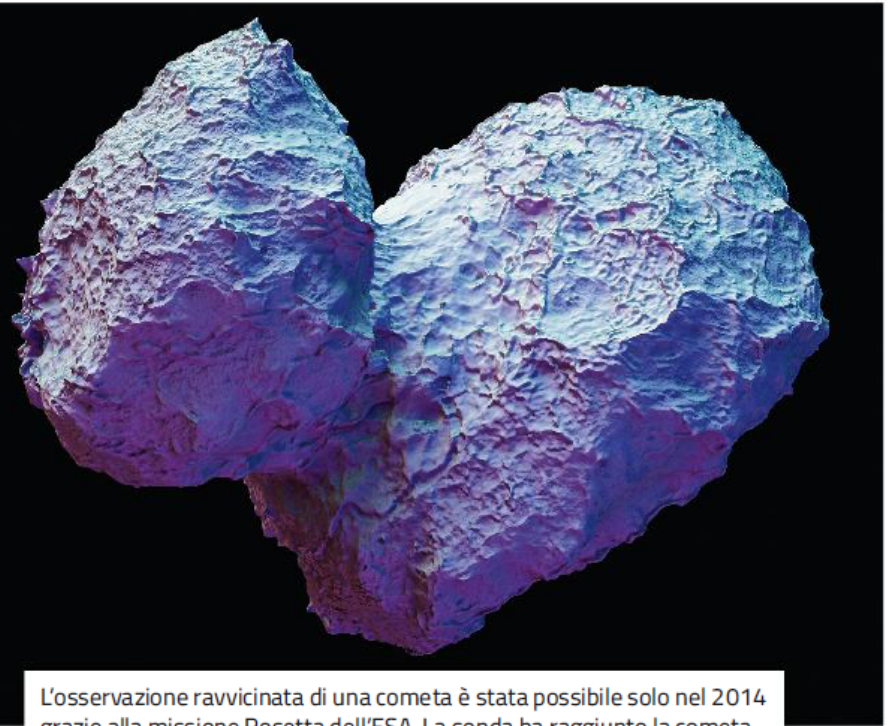
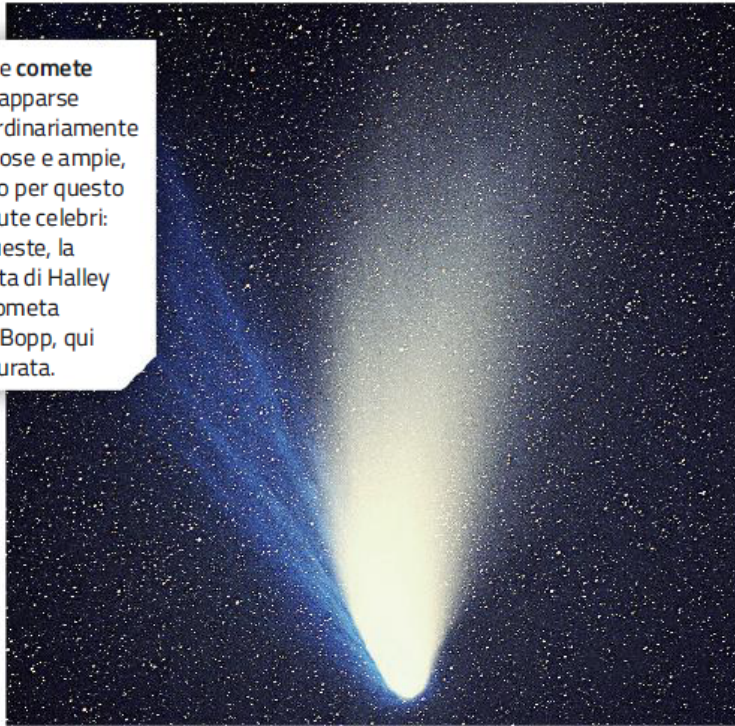
Gli **asteroidi** sono corpi rocciosi di forma irregolare che si trovano per lo più tra Marte e Giove o alla periferia del Sistema solare.



11. I corpi minori del Sistema solare /2

Le **comete** provengono dalla Nube di Oort e hanno un nucleo di polveri e ghiaccio che si trasforma parzialmente in gas quando si avvicinano al Sole.

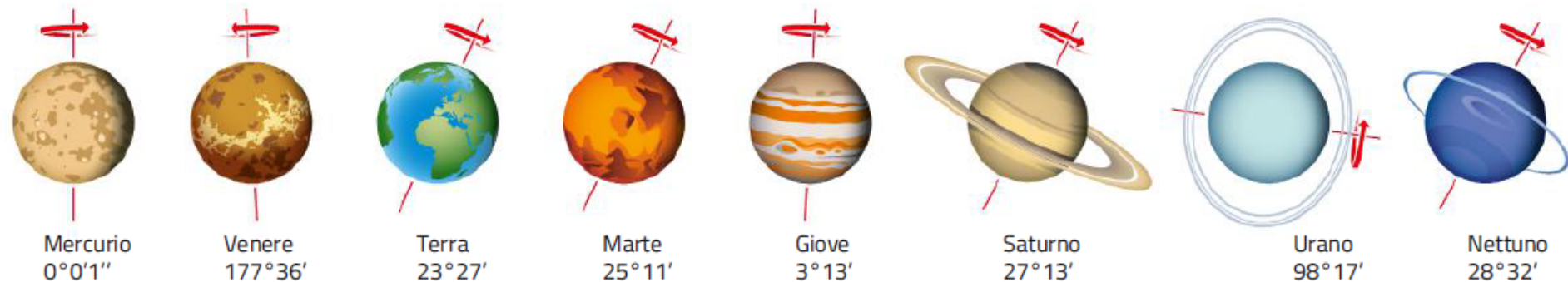
Alcune comete sono apparse straordinariamente luminose e ampie, e sono per questo divenute celebri: tra queste, la cometa di Halley e la cometa Hale-Bopp, qui raffigurata.



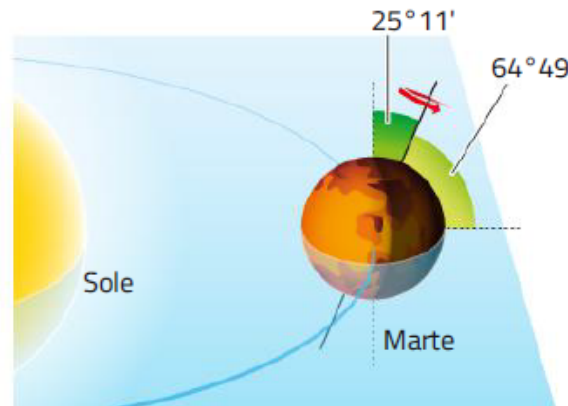
L'osservazione ravvicinata di una cometa è stata possibile solo nel 2014 grazie alla missione Rosetta dell'ESA. La sonda ha raggiunto la cometa Churyumov-Gerasimenko e ha sganciato il lander Philae, che è atterrato per scattare fotografie e analizzare il suolo della cometa.

12. Il moto di rotazione dei pianeti

Il moto di un pianeta su se stesso si chiama **rotazione**. È un moto periodico, cioè si ripete a velocità costante. Il periodo di rotazione è il **giorno**. Tutti i pianeti ruotano attorno al loro **asse di rotazione**, che passa per i Poli Nord e Sud.

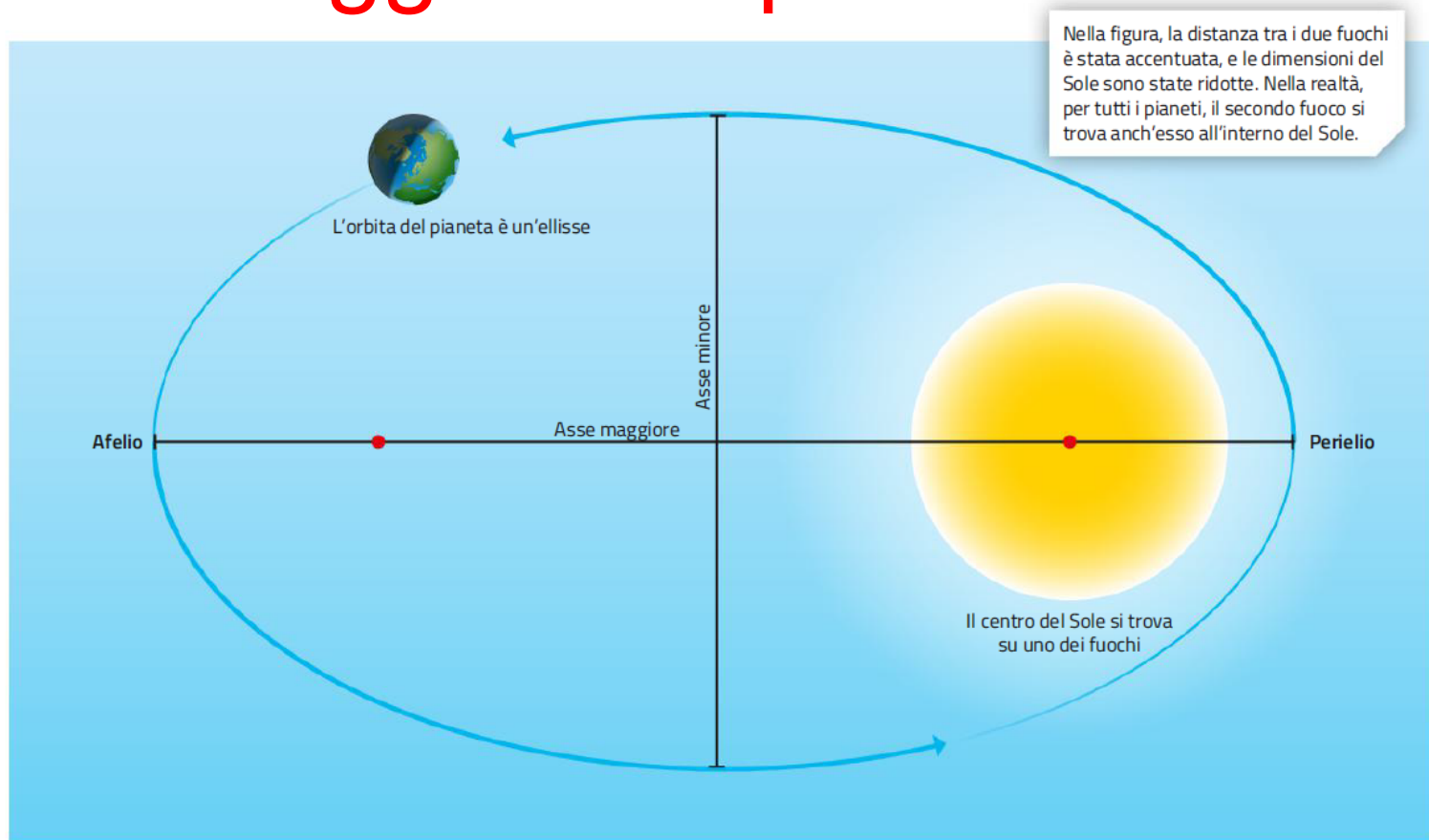


Pianeta	Rotazione
Mercurio	59 giorni
Venere	243 giorni
Terra	24 ore
Marte	~24 ore
Giove	10 ore
Saturno	10 ore e 40'
Urano	11 ore
Nettuno	16 ore



L'**inclinazione** dell'asse di rotazione si può calcolare a partire dall'angolo tra l'asse e il piano dell'orbita (in verde chiaro), oppure dall'angolo tra l'asse e la linea perpendicolare al piano (in verde scuro).

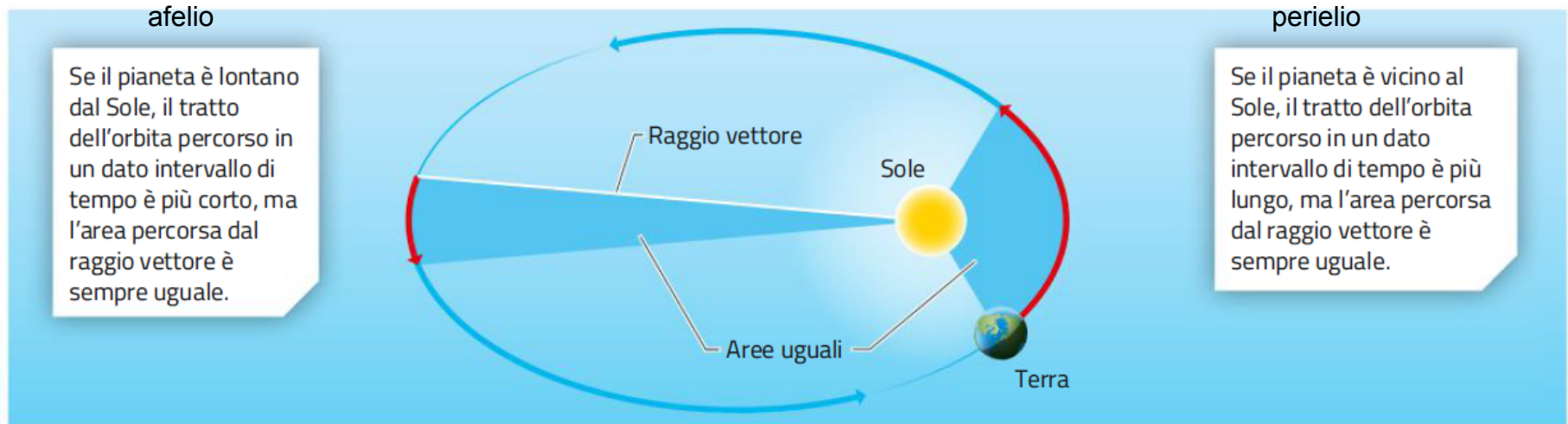
13. Il moto di rivoluzione: la prima legge di Keplero



La **prima legge di Keplero** afferma che i pianeti si muovono attorno al Sole su **orbite ellittiche**, di cui il Sole occupa uno dei fuochi.

14. La velocità di rivoluzione: la seconda e la terza legge /1

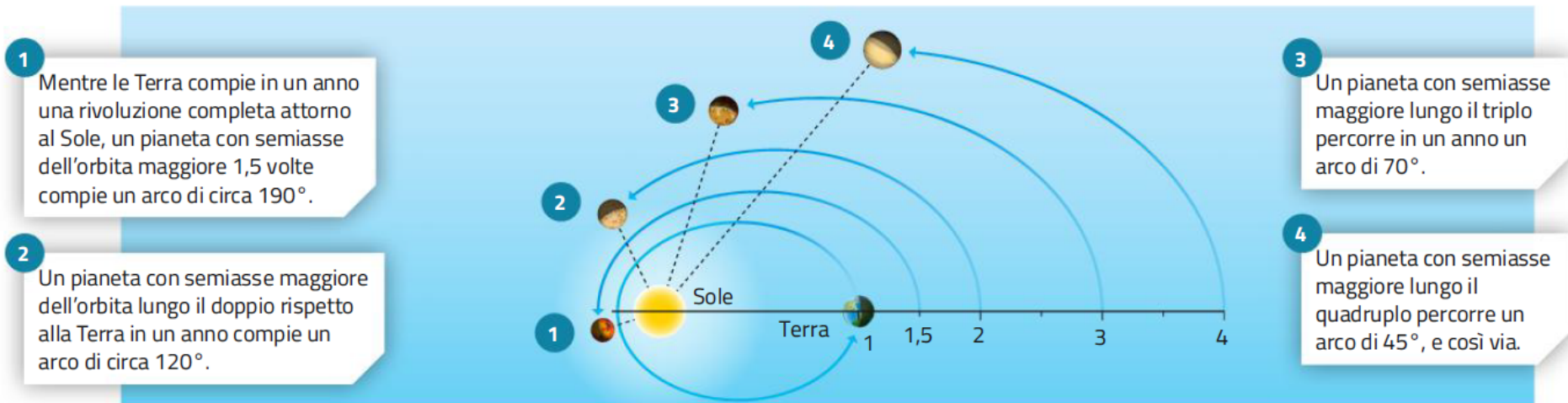
La **seconda legge di Keplero** afferma che ogni pianeta si muove sulla sua **orbita** in modo tale che il segmento che lo congiunge idealmente al Sole, detto **raggio vettore**, copra aree uguali in tempi uguali.



14. La velocità di rivoluzione: la seconda e la terza legge /2

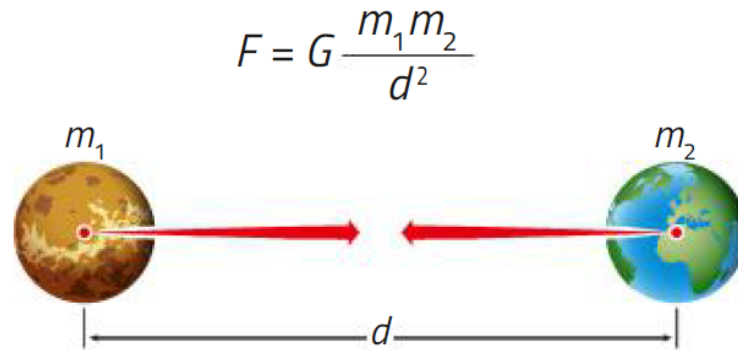
Secondo la **terza legge di Keplero**, il rapporto tra il quadrato dei **tempi di rivoluzione** dei pianeti e il cubo della loro **distanza media dal Sole** è costante.

Quanto più un pianeta è lontano dal Sole, più lungo sarà il suo periodo di rivoluzione e minore la sua velocità media.



15. La legge di gravitazione universale

La **legge di gravitazione universale** afferma che due corpi qualsiasi si attraggono con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.



- F è la forza di gravità;
- G è la costante di gravitazione universale, pari a $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$;
- m_1 e m_2 sono le masse dei due corpi;
- d è la distanza tra i due corpi.