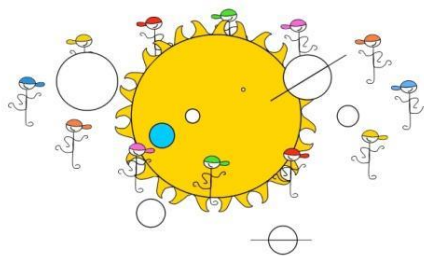


Solar System Tour – XVI edizione

Catania, 30 novembre 2024



Dossier “Il Sistema Solare”

Scuole Primarie e Secondarie di Primo grado

Il seguente dossier, preparato dal Comitato Organizzatore, è composto da un breve glossario di termini astronomici e da 10 schede contenenti informazioni sui corpi del Sistema Solare.

Glossario

Afelio: distanza massima dal Sole.

Atmosfera: involucro gassoso che circonda un corpo celeste trattenuto dalla forza di gravità del corpo stesso.

Atmosfera (unità di misura): è pari alla pressione esercitata da una colonna d'aria alta quanto l'atmosfera della Terra al livello del mare (a 0 °C di temperatura e a 45° di latitudine).

Densità: rapporto tra la massa di un corpo e il suo volume. Comunemente si misura in kg/m^3 o in g/cm^3 . Alla temperatura di 4 °C la densità dell'acqua è pari a circa $1000 \text{ kg}/\text{m}^3 = 1 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Eccentricità (e): parametro che caratterizza le ellissi, le parabole e le iperboli e che può essere interpretato come un indice di quanto esse si discostano da una circonferenza. Per una circonferenza $e = 0$, per un'ellisse $0 < e < 1$.

Eclittica: percorso apparente che il Sole compie in un anno sulla sfera celeste rispetto alle stelle.

Equatore celeste: proiezione dell'equatore terrestre sulla sfera celeste; attualmente è inclinato di circa $23^\circ 27'$ rispetto al piano dell'eclittica.

ESA: European Space Agency, è l'agenzia spaziale europea; l'Italia ne fa parte sin dalla fondazione.

Esosfera: involucro gassoso talmente rarefatto che le sue particelle non collidono quasi mai fra loro; è presente intorno a corpi con forza di gravità debole (Mercurio, Luna, Cerere) o come regione più esterna di un'atmosfera.

Fionda gravitazionale (o assist gravitazionale): tecnica che utilizza la gravità di un pianeta per modificare la traiettoria e la velocità di un veicolo spaziale. È spesso usata per inviare veicoli verso i pianeti in tempi più brevi e con costi considerevolmente minori rispetto all'utilizzo dei soli motori del veicolo.

Giorno solare: tempo che intercorre tra due passaggi consecutivi del Sole al meridiano locale in direzione sud. È diverso (in genere più lungo) dal periodo di rotazione (giorno siderale) perché mentre un pianeta ruota su sé stesso, orbita anche attorno al Sole (generalmente nello stesso senso della rotazione).

Meridiano locale (o meridiano): cerchio massimo sulla sfera celeste passante per i poli celesti (i punti attorno a cui sembra ruotare la sfera celeste) e lo zenith (punto nella parte visibile della sfera celeste, esattamente sulla verticale dell'osservatore). La sua intersezione con l'orizzonte individua i punti cardinali nord e sud.

NASA: National Aeronautics and Space Administration, è l'agenzia spaziale degli Stati Uniti d'America.

Perielio: distanza minima dal Sole.

Precessione degli equinozi: spostamento lungo l'equatore celeste del punto di intersezione tra l'equatore celeste e l'eclittica. Vale di circa $50.3''$ /anno ed è dovuto alla variazione dell'orientamento dell'asse di rotazione della Terra.

Precessione del perielio: rotazione dell'asse dell'orbita dei pianeti lungo il piano dell'orbita stessa; è dovuta a interazioni gravitazionali e come conseguenza la posizione del perielio rispetto alle stelle si sposta gradualmente.

Raggi cosmici: particelle di alta energia (protoni per circa il 90%) provenienti dallo spazio; la loro natura ed energia sono molto varie. Possono provenire dal Sole, dalle stelle, da fenomeni esplosivi quali “novae” e “supernovae” e dai nuclei delle galassie.

Sfera celeste: sfera immaginaria di raggio indeterminato sulla cui superficie ci appaiono proiettati tutti gli astri; la sua rotazione apparente è dovuta alla rotazione della Terra e avviene in $23\text{h } 56\text{m } 4''$ (giorno siderale).

Sublimazione: passaggio diretto dallo stato solido a quello gassoso, senza passare attraverso la fase liquida.

Transito: occultazione di un corpo celeste dovuta a un secondo corpo che si interpone tra il primo e l'osservatore. Visti dalla Terra, solo Mercurio e Venere possono transitare sul disco solare.

Unità Astronomica (UA): semiasse maggiore dell'orbita della Terra; equivale alla media delle distanze della Terra dal Sole lungo la sua orbita. Il suo valore è di circa 149,6 milioni di km.

Sole

Parametri fisici

Raggio: 695500 km (= 109 raggi terrestri)

Periodo di rotazione: 25-35 giorni

Età: 4,5 miliardi di anni

Caratteristiche del Sole

Il Sole è la stella attorno a cui ruotano gli otto pianeti del Sistema Solare, i loro satelliti e innumerevoli corpi minori. Il Sole è quindi la stella più vicina alla Terra ed emette una grande quantità di luce e calore che permettono l'esistenza della vita sul nostro pianeta. Il Sole è una stella di medie dimensioni (è classificata come "nana gialla"), costituita per lo più da idrogeno (74%) ed elio (24%); la sua massa è più del 99% della massa totale del Sistema Solare. Il Sole ruota più lentamente ai poli (in circa 35 giorni) e più velocemente all'equatore (in circa 25 giorni); ciò è possibile poiché è interamente allo stato gassoso.

Nel Sole possiamo distinguere una regione esterna, detta atmosfera, osservabile sia dalla Terra che dallo spazio, e una regione interna, non direttamente osservabile. La regione interna è costituita da tre zone: il nucleo, la zona radiativa e la zona convettiva. Nel nucleo, dove la temperatura raggiunge circa i 15 milioni di gradi, avvengono le reazioni di fusione nucleare, che trasformano l'idrogeno in elio. L'atmosfera del Sole si divide in: fotosfera, cromosfera, regione di transizione e corona. La fotosfera è la parte più interna dell'atmosfera, la sua temperatura è di circa 6000 °C. In fotosfera osserviamo le macchie, costituite dall'ombra, una regione centrale più scura, con temperatura di circa 4300 °C, e da un'area circostante detta penombra, con temperatura intermedia rispetto all'ombra e alla fotosfera. Le macchie possono avere dimensioni tra poche decine di km e circa 160000 km. La regione più calda dell'atmosfera solare è la sua parte più esterna, la corona, dove la temperatura raggiunge circa 2 milioni di gradi. Il numero di macchie ha un massimo ogni 11 anni circa (ciclo di attività solare). Attualmente il Sole si trova nel suo 25° ciclo, con il massimo di attività che dovrebbe verificarsi entro i primi sei mesi del 2025.

Missioni spaziali

I primi satelliti per l'osservazione del Sole sono stati lanciati tra il 1959 e il 1968 dalla NASA e orbitarono attorno al Sole a una distanza di poco inferiore a quella della Terra. Il satellite SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), lanciato nel 1995, ha permesso di studiare in grande dettaglio molte delle caratteristiche dell'atmosfera solare. Nel febbraio 2020 è stato lanciato il satellite dell'ESA Solar Orbiter. Questo satellite ha un'orbita piuttosto eccentrica, con afelio a 1.2 UA e perielio a 0.28 UA (pari a circa 42 milioni di chilometri) che è al momento la minima distanza dal Sole mai raggiunta da una missione spaziale. Tra gli strumenti di osservazione a bordo di Solar Orbiter c'è il coronografo italiano Metis. Nel 2025 la missione Parker Solar Probe raggiungerà una distanza dal Sole ancora minore, circa 7 milioni di chilometri, e, con una velocità di 191 km/s pari a circa lo 0.064% di quella della luce, sarà la sonda più veloce sin qui costruita dall'uomo.

Cenni storici e "curiosità"

Fino al XVI secolo si riteneva valido il sistema tolemaico, secondo il quale la Terra è posta al centro dell'Universo. Tra il XVI e XVII secolo Nicolò Copernico, Galileo Galilei e Giovanni Keplero ripresero la concezione eliocentrica, già proposta in epoca ellenistica da astronomi quali Aristarco di Samo (III secolo a.C.), che pone il Sole al centro del sistema planetario. Ogni secondo il Sole produce un'energia pari a quella prodotta in un anno sulla Terra da 2,5 miliardi di centrali elettriche.

Mercurio

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 2440 km (= 0,38 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 0,387 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,206

Periodo di rotazione: 58,65 giorni

Periodo di rivoluzione: 87,97 giorni

Satelliti: 0

Caratteristiche di Mercurio

Mercurio è il pianeta più piccolo del Sistema Solare e il più vicino al Sole. Il suo diametro è poco più di un terzo di quello della Terra e, insieme a Venere, Terra e Marte, fa parte dei cosiddetti Pianeti Terrestri o Rocciosi. Mercurio ha un grande nucleo di ferro che costituisce circa l'80% della sua massa e che genera un significativo campo magnetico simile a quello terrestre, anche se 100 volte più debole. Il suolo è ampiamente "craterizzato" a causa dei numerosi impatti di corpi minori che hanno contrassegnato il suo passato. Mercurio è molto vicino al Sole e, data la sua piccola massa, non possiede una vera e propria atmosfera, ma solo un'esosfera. Ciò rende Mercurio allo stesso tempo uno dei pianeti più caldi e più freddi del Sistema Solare, con temperature che oscillano da -173 °C a 430 °C.

Missioni spaziali

Nel 1974 Mariner 10, la prima sonda a sorvolare Mercurio, ha inviato migliaia di foto, ma di un solo emisfero. Solo 35 anni dopo la sonda MESSENGER è entrata in orbita attorno a Mercurio, realizzando una mappa completa della superficie. Nel 2018 è stata lanciata la missione BepiColombo dell'ESA, che ha tra i suoi obiettivi lo studio del campo magnetico del pianeta e verifiche della Relatività Generale. Nell'ottobre 2021 e nel giugno 2022, BepiColombo ha compiuto due sorvoli (flyby) di Mercurio, arrivando a una distanza minima di 240 km dalla superficie e fornendo immagini spettacolari che evidenziano la topografia del terreno. L'ingresso di BepiColombo in un'orbita stabile attorno a Mercurio è previsto a fine 2025.

Cenni storici e "curiosità"

Mercurio è visibile a occhio nudo al crepuscolo oppure poco prima dell'alba, ma è molto difficile da osservare dalla Terra a causa della sua vicinanza al Sole. Mercurio è il pianeta con l'orbita più eccentrica e più inclinata sull'eclittica di tutto il Sistema Solare. Inoltre, essendo il pianeta più vicino al Sole, ha la maggiore velocità di rivoluzione. Sulla superficie di Mercurio l'accelerazione di gravità è pari a circa 0,38 volte quella terrestre. Quindi se sulla Terra pesate 70 kg, misurando il vostro peso su Mercurio, registrereste un valore di circa 27 kg. Tuttavia, non siete dimagriti: la vostra massa è rimasta invariata, il peso diverso è dovuto solo alla minore accelerazione di gravità.

Venere

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 6052 km (= 0,95 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 0,723 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,007

Periodo di rotazione: -243 giorni

Periodo di rivoluzione: 224,7 giorni

Satelliti: 0

Caratteristiche di Venere

Venere è l'oggetto più luminoso del cielo dopo il Sole e la Luna. Per le sue dimensioni, massa e densità, è stato a lungo definito il "gemello" della Terra. Anche se l'interno è simile a quello terrestre, in superficie Venere si presenta estremamente diverso dal nostro pianeta. La pressione alla superficie è di 92 atmosfere, pari a quella registrata alla profondità di 1 km negli oceani terrestri. L'atmosfera è formata principalmente da anidride carbonica (96,5%), che è causa di un fortissimo effetto serra che ha elevato nel tempo la temperatura superficiale a oltre 460 °C. Quindi la superficie di Venere è più calda di quella di Mercurio.

Missioni spaziali

Venere è stato l'obiettivo di molte missioni. Quelle che hanno raggiunto la superficie hanno funzionato solo per brevi periodi, a causa della temperatura e della pressione troppo elevate. Nel 1990 la sonda Magellano della NASA ha fornito la prima mappa della superficie con osservazioni radar. La sonda Venus Express è stata la prima missione verso Venere dell'ESA. Lanciata nel 2006, ha fornito prove dell'esistenza nel passato di oceani, evidenze di fulmini nell'atmosfera e ha individuato un gigantesco doppio vortice al polo sud. Venere viene spesso usato come "fionda gravitazionale" per accelerare sonde verso altri pianeti.

Cenni storici e "curiosità"

Nell'antichità il pianeta prese nomi diversi se osservato dopo il tramonto (Vespero) o prima dell'alba (Lucifero). Solo in età ellenistica si capì che si trattava di un solo pianeta. Galileo fu il primo a osservare Venere con un telescopio, scoprendo che mostra un ciclo di fasi simili a quelle della Luna. Questa osservazione è spiegabile solo con la teoria eliocentrica. I transiti di Venere sono eventi molto rari: l'ultimo è stato osservato il 6 giugno 2012, mentre il prossimo sarà visibile nel 2117. Il moto di rotazione di Venere è retrogrado ed è più lungo di quello di rivoluzione; su Venere vedreste il Sole sorgere a ovest e tramontare a est. Recentemente si è scoperto che nell'alta atmosfera è presente una molecola, la fosfina, la cui origine potrebbe essere dovuta alla presenza di microbi. Per indagare sul vulcanesimo, la tettonica e sulla chimica dell'atmosfera di Venere, tra il 2028 ed il 2031 la NASA ha in programma di lanciare le missioni "DaVinci+" e "Veritas".

Terra

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 6378 km

Distanza media dal Sole: 149.6 milioni di km = 1 UA

Eccentricità dell'orbita: 0,017

Periodo di rotazione: 23h 56m 4.1s

Periodo di rivoluzione: 365,26 giorni

Satelliti: 1

Caratteristiche della Terra

La Terra, denominata anche il Pianeta Azzurro, è il terzo pianeta del Sistema Solare ed è quello con densità media maggiore. Le caratteristiche che lo rendono unico sono la presenza di acqua allo stato liquido, su circa il 71% della superficie, e di forme di vita. La Terra è costituita da un nucleo interno solido di ferro e nichel, un nucleo esterno liquido che genera il campo magnetico, un mantello composto da silicati e una crosta rocciosa suddivisa in placche (o zolle). Le placche scorrono sul mantello (tettonica a zolle), dando luogo a fenomeni quali la deriva dei continenti, la formazione dei rilievi montuosi, l'attività vulcanica e i terremoti. L'atmosfera è costituita principalmente da azoto (78%) e ossigeno (21%). Il campo magnetico della Terra si estende per decine di migliaia di km nello spazio, formando una zona chiamata magnetosfera, che fa da scudo al continuo flusso di particelle cariche del vento solare e dei raggi cosmici. L'interazione tra il flusso di particelle cariche e la magnetosfera dà origine allo splendido fenomeno delle aurore boreali o australi, osservabili in genere in prossimità dei poli.

La Luna

È l'unico satellite naturale della Terra. Poiché il suo periodo di rotazione (27,32 giorni) è uguale a quello di rivoluzione attorno alla Terra, ci rivolge sempre la stessa faccia. Le posizioni reciproche di Terra, Luna e Sole causano le eclissi, che possono essere solari o lunari, totali o parziali. Le missioni Apollo della NASA hanno fatto sbarcare un totale di 12 astronauti sul suolo lunare. Il 20 luglio 1969 il modulo "Eagle" di Apollo 11 effettuò il primo allunaggio con uomini a bordo. I tre astronauti erano Neil Armstrong, "Buzz" Aldrin e Michael Collins, con quest'ultimo che rimase in orbita lunare nel modulo di comando. Dalla metà degli anni '90 assistiamo a un rinnovato interesse per l'esplorazione lunare. La NASA e l'ESA (progetto Artemis) e l'agenzia spaziale Cinese, hanno tra i loro obiettivi l'installazione di una base permanente abitata sulla superficie della Luna.

La vita sulla Terra

Le prime forme elementari di vita comparvero sulla Terra circa un miliardo di anni dopo la sua formazione. La presenza di vita sulla Terra è stata diverse volte a rischio a causa delle "estinzioni di massa". L'estinzione di massa più famosa, forse causata dalla caduta di un grande asteroide, si è verificata alla fine del Cretaceo, 65 milioni di anni fa, e causò, tra l'altro, la scomparsa dei dinosauri e l'inizio dell'era dei mammiferi. L'Homo Sapiens comparve in Africa solo 150000 anni fa. Attualmente la Terra ospita circa 7.9 miliardi di esseri umani. Il futuro della vita sulla Terra è strettamente legato a quello del Sole. Quando, tra circa 4 miliardi di anni, il Sole diventerà una "gigante rossa" gli oceani evaporeranno, la temperatura sarà troppo alta e la vita sulla Terra non sarà più possibile. Molto prima degli effetti dovuti all'evoluzione solare potrebbero risultare catastrofiche le attività antropiche, quali la deforestazione e la produzione di gas serra, che stanno causando un riscaldamento globale del nostro pianeta.

Marte

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 3390 km (= 0,53 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 1,52 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,093

Periodo di rotazione: 24h 37m

Periodo di rivoluzione: 686,98 giorni

Satelliti: 2

Caratteristiche di Marte

Marte è il quarto pianeta in ordine di distanza dal Sole. A causa del suo colore rosso acceso, dovuto alla grande abbondanza di ossido di ferro sulla superficie, è anche detto il "Pianeta Rosso". Marte ha una densità più bassa rispetto agli altri pianeti rocciosi, il che fa pensare a un nucleo molto piccolo o con bassa quantità di ferro. Marte ha una atmosfera sottilissima, composta per il 95% da anidride carbonica. È spazzato da forti venti, con velocità fino a 200 km/h, che causano tempeste di sabbia in grado di oscurarne la superficie per mesi. La superficie ha una grande varietà morfologica, con monti, vallate, crateri, bacini e vulcani (tutti ormai spenti). Con un'altezza di 24 km, il Monte Olimpo è il più alto vulcano del Sistema Solare. Sulla superficie sono stati osservati possibili indizi di una passata abitabilità del pianeta.

Missioni spaziali

Le prime sonde a posarsi su Marte, nel 1976, sono state le Viking 1 e 2, che disponevano di strumenti per la ricerca di forme di vita. Il rover Curiosity della NASA, arrivato il 6 agosto 2012, ha confermato la presenza di composti organici contenenti carbonio, idrogeno e ossigeno, che potrebbero derivare sia da processi non biologici che da forme di vita. Recenti osservazioni hanno mostrato evidenza di acqua allo stato liquido in superficie, il che implicherebbe la presenza di un ambiente abitabile su Marte. Nel 2021 si sono posate su Marte sia la missione spaziale Tianwen-1 dell'Agenzia Spaziale Cinese, che la missione Mars 2020 della NASA. Quest'ultima, costituita dal rover "Perseverance" e dal drone "Ingenuity", ha come obiettivo lo studio dell'abitabilità di Marte e la ricerca di tracce di vita.

Cenni storici e "curiosità"

Nel 1877 Giovanni Schiaparelli disegnò la prima mappa dettagliata di Marte, osservando delle strutture sulla superficie che definì "Canali". Il mondo scientifico iniziò a credere che su Marte vi fossero canali irrigui artificiali costruiti da una civiltà. Il "volto su Marte" è una struttura fotografata per la prima volta nel 1976 dalla sonda Viking 1 e qualcuno la ritenne una costruzione realizzata da una civiltà ormai scomparsa. In entrambi i casi è stato dimostrato che si è trattato di illusioni ottiche. Marte possiede due piccoli satelliti di forma irregolare, Phobos e Deimos, molto probabilmente asteroidi catturati.

Asteroidi e Comete

Caratteristiche degli asteroidi

Sono corpi del Sistema Solare di piccole dimensioni (solo 26 hanno un diametro maggiore di 200 km) privi di forma sferica e di atmosfera. La maggior parte si trova nella "Fascia Principale", una zona tra le orbite di Marte e Giove, dove si stima ne esistano quasi due milioni con diametro maggiore di 1 km. Molti altri si trovano nella "Fascia di Kuiper", una regione oltre l'orbita di Nettuno. I tre asteroidi più grandi della "Fascia Principale" sono Pallas, Vesta e Hygiea, tra i pochi ad avere una forma approssimativamente sferica.

Numero degli asteroidi

Asteroidi conosciuti: 1417637

Asteroidi numerati: 740000

Asteroidi con un nome ufficiale: 24918

Al momento della scoperta a ogni asteroide viene assegnata una sigla provvisoria. La numerazione definitiva, e in alcuni casi un nome, viene data solo dopo che ne è stata determinata con precisione l'orbita.

Caratteristiche delle comete

Il nucleo di una cometa ha diametro di pochi km ed è composto da sostanze come acqua, anidride carbonica e metano allo stato solido, mescolati con grani di polvere di vari minerali. Quando una cometa si avvicina al Sole, il calore fa sublimare i ghiacci del nucleo. Il gas e i grani di polvere liberati vanno a formare un'atmosfera di grandi dimensioni attorno al nucleo, chiamata chioma, e due code, una di polveri e una di ioni. Il numero totale di comete a oggi note è di circa 4587.

Missioni spaziali

Comete e Asteroidi sono state visitate da alcune sonde automatiche. Di particolare rilevanza la missione dell'ESA "Rosetta", che ha orbitato attorno alla cometa 67P sganciando il lander "Philae". Nel settembre 2022 è avvenuto con successo il primo tentativo di alterare la traiettoria di un asteroide. La navicella Dart della NASA ha colpito Dimorphos, un asteroide dal diametro di 160 metri, portando a termine il primo esperimento dimostrativo di una tecnologia per la difesa planetaria.

Pianeti nani

Nel 2006 l'Unione Astronomica Internazionale ha introdotto la categoria dei "Pianeti Nani", oggetti con caratteristiche intermedie tra pianeti e asteroidi. Fra questi Cerere che, scoperto nel 1801 da Giuseppe Piazzi a Palermo, è stato considerato fino al 2006 il più grande degli asteroidi della Fascia Principale.

NEO e PHA

Vengono chiamati Near Earth Objects (NEO) asteroidi e comete con distanza al perielio minore di 1.3 UA; attualmente se ne conoscono poco meno di 37000. Tra questi quasi 900 hanno un diametro maggiore di 1 km. I NEO che si avvicinano a meno di 0.05 UA dalla Terra sono detti Potentially Hazardous Asteroids (PHA), in quanto potrebbero collidere con il nostro pianeta. Attualmente conosciamo 2439 PHA e tra questi 152 hanno diametro maggiore di 1km. Nessuno dei PHA attualmente conosciuti colpirà il nostro pianeta nei prossimi 150 anni. Attualmente sono in corso vari progetti dedicati al monitoraggio continuo dei NEO, sia per aggiornare la loro posizione nello spazio sia per scoprirne di nuovi.

Giove

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 71490 km (= 11,2 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 5,20 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,049

Periodo di rotazione: 9h 50m

Periodo di rivoluzione: 11,86 anni

Satelliti: 95

Caratteristiche di Giove

Giove è il più grande pianeta del Sistema Solare: la sua massa è oltre il doppio della somma delle masse di tutti gli altri pianeti. Giove ha una composizione chimica simile a quella del Sole, essendo costituito principalmente da idrogeno ed elio, ma possiede anche composti quali ammoniaca, metano e acqua. Il pianeta possiede un nucleo roccioso solido costituito da ferro e silicati, circondato da un mantello di idrogeno metallico e da una vasta copertura atmosferica. Nell'atmosfera sono presenti nubi di cristalli di ammoniaca e idrosolfuro di ammonio. I sistemi nuvolosi sono organizzati in fasce orizzontali. La Grande Macchia Rossa è un enorme vortice atmosferico, di forma ellittica, lunga circa 25000 km e larga circa 12000 km. Il campo magnetico di Giove è molto intenso ed è dovuto alla massa di idrogeno, che funziona come un gigantesco conduttore elettrico.

Missioni spaziali

Giove è stato visitato per la prima volta dalla sonda Pioneer 10 nel 1973 e in seguito dalle sonde Pioneer 11, Voyager 1 e Voyager 2. La sonda della NASA Galileo lo ha raggiunto nel 1995 dopo un viaggio di 6 anni, utilizzando gli "assist gravitazionali" di Venere e della Terra ed è stata la prima a orbitare attorno a Giove. La missione Juno è arrivata nel luglio 2016. Posta in orbita polare, studia i campi gravitazionale e magnetico del pianeta e la struttura e composizione chimica dell'atmosfera. Nell'aprile 2023 è stato lanciato il JUPITER ICY MOONS EXPLORER (JUICE), una missione dell'ESA il cui obiettivo è l'esplorazione di Ganimede, Europa e Callisto. Per queste tre lune di Giove è quasi certa la presenza di acqua liquida sotto la superficie, il che le rende candidate ideali per la ricerca di vita. Recentemente il James Webb Space Telescope (JWST) ha ottenuto immagini infrarosse di Giove, dove si possono ammirare aurore, tempeste, venti, e nubi, gli anelli e due suoi piccoli satelliti, Amalthea e Adrastea. È stata inoltre scoperta una corrente a getto ad alta velocità poco sopra l'equatore di Giove, al di sopra dei principali banchi di nubi; che viaggia a 515 chilometri orari.

Cenni storici e "curiosità"

Tra il 16 e il 22 luglio del 1994 sono caduti su Giove i 21 frammenti in cui si era frantumato il nucleo della cometa Shoemaker-Levy 9. Giove viene a volte definito una "stella mancata", ma in realtà per diventare una stella avrebbe dovuto avere una massa almeno 84 volte maggiore. Il 7 gennaio del 1610 Galileo Galilei osservò per la prima volta i quattro satelliti principali di Giove: Io, Europa, Ganimede e Callisto. Ganimede è il più grande satellite del Sistema Solare e supera anche Mercurio per dimensioni. Su Io sono state osservate eruzioni vulcaniche ed è il corpo geologicamente più attivo del Sistema Solare.

Saturno

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 60268 km (= 9,45 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 9,58 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,056

Periodo di rotazione: 10h 34m

Periodo di rivoluzione: 29,46 anni

Satelliti: 146

Caratteristiche di Saturno

Saturno è, in ordine di distanza dal Sole, il sesto pianeta del Sistema Solare e il secondo per dimensioni. Assieme a Giove, Urano e Nettuno, fa parte dei cosiddetti Pianeti Gassosi o Gioviani. Saturno ha la densità più bassa di tutti i pianeti, pari a circa 0,69 volte quella dell'acqua: in un ipotetico oceano abbastanza grande galleggerebbe. Saturno ha un nucleo di ferro, nichel e silicati allo stato solido circondato da uno strato di idrogeno metallico liquido, da uno strato di elio e idrogeno molecolare allo stato liquido e infine da un'atmosfera composta da idrogeno (96,3%), elio (3,2%) e da tracce di ammoniaca, acetilene, etano, propano, fosfina e metano. Nell'atmosfera si alternano bande chiare e scure simili a quelle di Giove. Il campo magnetico di Saturno è probabilmente generato dalle correnti elettriche nello strato di idrogeno metallico liquido e dall'elevata rotazione. L'interazione tra il campo magnetico e le particelle cariche provenienti dal Sole origina delle spettacolari aurore polari.

Missioni spaziali

Nel 1979 la sonda Pioneer 11 scoprì il campo magnetico di Saturno, i Voyager 1 e 2 (1980 e 1981) ne misurarono l'intensità e rivelarono la presenza di un'atmosfera su Titano, il maggiore dei suoi satelliti. Dal 2004 al 2017 la sonda Cassini-Huygens ha orbitato attorno a Saturno studiandolo in dettaglio. Cassini ha rilasciato il "lander" Huygens, che si è posato sulla superficie di Titano dove ha scoperto laghi e mari di idrocarburi. Cassini ha inoltre osservato geyser di acqua sul satellite Encelado. Questa scoperta rende il sottosuolo di Encelado il luogo più probabile del Sistema Solare per la presenza di vita extraterrestre.

Cenni storici e "curiosità"

Gli anelli di Saturno sono stati scoperti nel 1655 da Christiaan Huygens. Sono formati da innumerevoli corpi, con dimensioni dalla frazione di centimetro al metro, composti da ghiaccio d'acqua per oltre il 99%, con tracce di toline, silicati e carbone amorfo. Orbitano sul piano equatoriale da circa 74500 km a circa 142200 km rispetto al centro del pianeta. La larghezza totale degli anelli è quindi di circa 284400 km (quasi 3/4 della distanza Terra-Luna), ma il loro spessore è compreso tra 10 m e 1 km. Potrebbero essere stati formati dall'impatto di un satellite di Saturno con una cometa o con un altro satellite. Esiste infine un gigantesco anello più esterno, detto di Phoebe, che si estende tra circa 4 e 13 milioni di km da Saturno ed è inclinato di 27° rispetto piano equatoriale. L'atmosfera di Titano contiene azoto e composti del carbonio; si ritiene che questa atmosfera sia simile a quella primordiale della Terra.

Urano

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 25560 km (= 4,01 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 19,2 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,046

Periodo di rotazione: 17h 14m (retrograda)

Periodo di rivoluzione: 84,02 anni

Satelliti: 27

Caratteristiche di Urano

Urano è il terzo pianeta del Sistema Solare per dimensioni. La sua atmosfera, come quelle di Giove e Saturno, è ricca di idrogeno ed elio ma, come il suo gemello Nettuno, contiene anche “ghiacci” di acqua, ammoniaca e metano e tracce di idrocarburi. È il metano a conferire al pianeta il suo colore blu-verde. Una caratteristica peculiare di Urano è l'asse di rotazione, inclinato di 98°, cioè quasi parallelo, rispetto al piano dell'orbita. Come conseguenza ogni polo riceve luce dal Sole per circa 42 anni, seguiti da circa 42 anni di buio. Nel corso dell'anno uraniano, i poli ricevono più energia delle regioni equatoriali, ma, inspiegabilmente, Urano è più caldo all'equatore che ai poli. Urano ha un sistema di anelli molto sottili, attualmente ne conosciamo 13, osservati per la prima volta nel 1977, che sono con ogni probabilità il risultato della frantumazione di uno o più satelliti a seguito di impatti.

Missioni spaziali

L'unica missione spaziale che, a oggi, ha esplorato Urano è stata la Voyager 2, che, nel 1986, si è avvicinata fino a 81500 km. Le osservazioni della Voyager 2 durarono solo sei ore, ma hanno fornito moltissime informazioni su Urano. La sonda ha scoperto 2 anelli (portando il totale allora noto a 11), 10 satelliti e ha studiato il campo magnetico, la struttura e la composizione chimica dell'atmosfera. Tra le future missioni proposte dalla NASA e da altre agenzie governative, c'è “Uranus Orbiter and Probe (Uop)”, che dovrebbe migliorare la conoscenza del gigante di ghiaccio grazie a una serie di sorvoli ravvicinati.

Cenni storici e “curiosità”

Urano venne scoperto il 13 marzo 1781 da William Herschel. I satelliti di Urano sono composti di ghiaccio e roccia in uguali percentuali, i cinque più grandi sono: Titania, Oberon, Umbriel, Ariel e Miranda. Nell'atmosfera di Urano, come in quella di Nettuno, si ha la formazione di diamanti, a causa del bombardamento delle particelle solari e cosmiche contro i composti idrocarburi presenti nell'atmosfera. La formazione ha inizio negli strati più elevati dell'atmosfera e, crescendo in dimensioni i diamanti, costituiti da carbonio puro, affondano fino a posarsi sul nucleo solido del pianeta. Urano è stato studiato con il Telescopio Spaziale Hubble, che ha scoperto due nuove lune e altri 2 anelli (portando il totale a 13). Recentemente il JWST è riuscito a mettere in evidenza per la prima volta l'evoluzione di strutture nell'atmosfera del pianeta.

Nettuno e oltre...

Parametri fisici e orbitali

Raggio: 24760 km (= 3,88 raggi terrestri)

Distanza media dal Sole: 30,1 Unità Astronomiche

Eccentricità dell'orbita: 0,009

Periodo di rotazione: 16h 7m

Periodo di rivoluzione: 164,8 anni

Satelliti: 16

Caratteristiche di Nettuno

Nettuno è il più lontano dei pianeti del Sistema Solare. Fu scoperto nel 1846 da J.G. Galle e H. d'Arrest grazie a previsioni teoriche ottenute dai matematici U. Le Verrier e J.C. Adams. Nettuno ha una composizione chimica simile a quella di Urano: un nucleo di ferro, nichel e silicati, uno spesso mantello di “ghiacci” d'acqua, ammoniaca e metano e un'atmosfera composta principalmente da idrogeno ed elio con tracce di metano. Nettuno ha un'intensa attività meteorologica, con i venti più forti di tutto il Sistema Solare, che raggiungono velocità fino a 2200 km/h. Inoltre, sono stati osservati numerosi vortici, simili, ma con vita molto più breve, alla grande macchia rossa su Giove. Nettuno possiede un sistema di 5 anelli, il cui colore rossastro è probabilmente dovuto alla presenza di silicati o di materiali a base di carbonio che rivestono particelle di ghiaccio. Il più grande dei satelliti di Nettuno è Tritone, che è il corpo più freddo del Sistema Solare ed è geologicamente attivo.

Gli oggetti trans-nettuniani (TNOs)

Gli oggetti trans-nettuniani (TNOs) sono corpi minori del Sistema Solare con orbita esterna a quella di Nettuno. Attualmente ne conosciamo 901 “numerati” (ovvero con orbite ben determinate) e oltre 3100 “non-numerati” (ovvero con orbite non ancora ben determinate). Si stima che esistano più di 100000 TNO con diametro maggiore di 100 km. Plutone, adesso definito “Pianeta Nano”, è stato il primo TNO a essere stato scoperto nel 1930. I TNO più grandi attualmente noti sono: Plutone, Eris, Haumea, Makemake, Gonggong, Sedna, Quaoar e Orcus. I TNOs sono composti principalmente da ghiacci di ammoniaca, metano e acqua.

Missioni spaziali

Voyager 2 ha sorvolato Nettuno nell'agosto 1989, scoprendo il campo magnetico, i fenomeni meteorologici, 6 nuovi satelliti e un sistema di anelli. Il 14 luglio 2015, dopo 9 anni dal lancio e 5 miliardi di km percorsi, la sonda della NASA New Horizons ha incontrato Plutone e i suoi satelliti, il più grande dei quali è Caronte, la cui una massa è 1/8 di quella di Plutone. La sonda ha inviato spettacolari immagini della superficie e dati fondamentali sulla composizione fisica e chimica di questi corpi così remoti. New Horizons ha proseguito il suo viaggio verso la fascia di Kuiper e l'1 gennaio 2019 si è avvicinata all'asteroide 486958 Arrokoth a una distanza minima di circa 3500 km.

La Nube di Oort

È la regione più esterna del Sistema Solare, la cui presenza è stata ipotizzata dall'astronomo J. Oort nel 1950 per spiegare l'origine delle comete a lungo periodo. Si pensa che la nube abbia forma esterna sferica e si estenda tra circa 2000 UA e almeno 50000 UA. Nel suo insieme la Nube di Oort potrebbe contenere fino a mille miliardi di corpi con diametro maggiore di 1km.