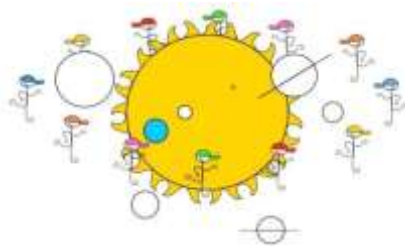


Solar System Tour – XVII edizione

Catania, 29 novembre 2025



Dossier “Il Sistema Solare”

Scuole Primarie e Secondarie di I 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. Alcuni dei valori numerici sono in notazione scientifica.

Glossario

Afelio: distanza massima dal Sole.

Atmosfera: involucro gassoso che circonda un corpo celeste trattenuto dalla forza di gravità del corpo stesso. La pressione di 1 atmosfera è quella 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 sezioni coniche e che può essere interpretato come una misura di quanto la sezione conica si discosta da una circonferenza. Per una circonferenza $e = 0$, per le ellissi $0 < e < 1$.

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

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 forza di gravità di un pianeta per cambiare la traiettoria e la velocità di un veicolo spaziale. È 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 di un pianeta lungo il piano dell'orbita stessa; è dovuta a interazioni gravitazionali. 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 $23\text{h } 56\text{m } 4\text{s}$ (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

Caratteristiche del Sole

Il Sole ha un'età di circa 4.5 miliardi di anni ed è la stella attorno a cui ruotano tutti i corpi del Sistema Solare. È una stella di medie dimensioni, una “nana gialla”, costituita per lo più da idrogeno (74%) ed elio (24%). Il raggio del Sole è circa 109 volte quello della Terra, mentre la sua massa è oltre il 99% della massa totale del Sistema Solare.

Nel Sole distinguiamo una regione interna (divisa in nucleo, zona radiativa e zona convettiva) e una regione esterna o atmosfera (divisa in fotosfera, cromosfera e corona). Solo l'atmosfera è direttamente osservabile dalla Terra e/o dallo spazio.

Nel nucleo, dove la temperatura raggiunge i 15 milioni di gradi, avvengono le reazioni di fusione nucleare, che trasformano l'idrogeno in elio.

La fotosfera è la parte più interna dell'atmosfera, la prima da cui l'energia proveniente dall'interno può propagarsi nello spazio. La sua temperatura è di circa 5500 °C. In fotosfera osserviamo le macchie, costituite dall'ombra, una regione centrale più scura (con temperatura di circa 3700 °C) e da un'area circostante con temperatura intermedia detta penombra. Le macchie possono avere dimensioni da poche decine di km fino a circa 160000 km e sono sede di campi magnetici molto intensi. Il numero di macchie raggiunge un massimo circa ogni 11 anni (ciclo di attività solare). Attualmente il Sole si trova nel suo 25° ciclo, con il massimo di attività che si è verificato alla fine del 2024.

La cromosfera si estende per alcune migliaia di km sopra la fotosfera e presenta delle zone brillanti dette facole.

La corona è lo strato più esterno dell'atmosfera. La sua emissione nell'ultravioletto e nei raggi X è osservabile solo dallo spazio.

La debole emissione nel visibile è osservabile da Terra solo durante le eclissi o mediante i coronografi. Le strutture principali della corona sono le protuberanze, caratteristiche strutture ad arco che si formano in corrispondenza delle macchie.

I fenomeni più energetici dell'attività solare sono i brillamenti o “flare”, improvvise “esplosioni” che sviluppano enormi quantità di energia e i Coronal Mass Ejection (CME), grandi espulsioni di materiale dalla corona solare. Durante questi fenomeni viene emesso un flusso di particelle (protoni, elettroni e ioni) che investe la Terra e modifica le condizioni dell'alta atmosfera e del campo magnetico. Ciò influenza sia parametri globali come la temperatura, sia le attività umane sulla Terra e nello spazio. Lo studio degli effetti globali dell'attività solare sulla Terra prende il nome di “Space Weather”.

Missioni spaziali

Come per tutti i corpi del Sistema Solare, l'invio di satelliti in prossimità del Sole permette di ottenere informazioni non ottenibili da Terra. Per quelle osservazioni possibili dalla Terra i satelliti forniscono in ogni caso un maggiore dettaglio.

I primi satelliti per l'osservazione del Sole sono stati lanciati dalla NASA (l'agenzia spaziale degli Stati Uniti) e orbitarono a una distanza dal Sole di poco inferiore a quella della Terra.

Con lo sviluppo di schermi protettivi sempre più efficienti è stato possibile inviare satelliti sempre più vicini al Sole.

Nel 2020 l'ESA ha lanciato il Solar Orbiter (chiamato anche SOLO), la cui orbita ha l'afelio a 1.2 UA e il perielio a 0.28 UA. Tra gli strumenti a bordo c'è il coronografo Metis, realizzato in gran parte dall'Istituto Nazionale di Astrofisica.

Nel 2025 il Parker Solar Probe ha raggiunto una distanza minima dal Sole di appena 0.04 UA (pari a 6.2 milioni di km) e, con una velocità di 191 km/s, detiene il record di oggetto più veloce sin qui costruito dall'uomo.

Cenni storici e “curiosità”

Le macchie solari sono osservate dall'epoca di Galileo. I cicli di attività solare sono contati a partire dal 1755. L'inizio di un dato ciclo corrisponde a un minimo dell'attività. E.W. Maunder notò che tra il 1645 e il 1715 il Sole non mostrò il ciclo undecennale e vennero registrate pochissime macchie. Oggi tale intervallo è indicato come “minimo di Maunder”.

Mercurio

Caratteristiche di Mercurio

Con un raggio di soli 2440 km Mercurio è il pianeta più piccolo del Sistema Solare e il più vicino, poco meno di 0.4 UA, al Sole. Insieme a Venere, Terra e Marte, fa parte dei cosiddetti Pianeti Terrestri o Rocciosi.

Mercurio è costituito per circa l'80% della sua massa da un grande nucleo di ferro, solido nella parte centrale e liquido nella parte esterna. Una percentuale superiore a quella di qualsiasi altro pianeta del Sistema Solare. Grazie a questo nucleo Mercurio è dotato di un intenso campo magnetico.

Il suolo di Mercurio è ampiamente “craterizzato” a causa dei numerosi impatti di corpi minori che hanno contrassegnato il suo passato. La più grande struttura da impatto è il Bacino Caloris, che si è formato a seguito dell'urto con un corpo così grande che per poco non ha spezzato il pianeta.

A causa della sua piccola massa Mercurio non ha una forza gravitazionale sufficiente per trattenere una vera e propria atmosfera, ma possiede solo una esosfera, quasi sicuramente risultato dell'interazione del vento solare con la superficie del pianeta. L'assenza di atmosfera rende Mercurio uno dei pianeti più caldi ma anche più freddi del Sistema Solare, con temperature che oscillano tra -173 °C e 430 °C.

Missioni spaziali

La prima sonda a sorvolare Mercurio è stata la Mariner 10 nel 1974, che ha inviato a terra numerose misure e migliaia di fotografie, anche se di un solo emisfero.

Solo 35 anni dopo la sonda MESSENGER è entrata in orbita attorno a Mercurio. Tra le scoperte di MESSENGER vi sono le bocche vulcaniche che dimostrano la presenza di lava nel sottosuolo e la conferma di un lentissimo processo di contrazione del pianeta dovuto al raffreddamento del nucleo di ferro. Fenomeno questo che genera sulla superficie lunghe strutture rocciose osservabili per centinaia di km; una sorta di “rughe” tipiche anche della superficie lunare.

Nel 2018 è stata lanciata la missione BepiColombo dell'ESA, che ha l'obiettivo di approfondire lo studio del campo magnetico del pianeta e di testare la teoria della Relatività Generale. BepiColombo ha sfruttato dei passaggi in prossimità della Terra e di Venere come fionde gravitazionali per avvicinarsi a Mercurio. BepiColombo ha già compiuto sei sorvoli (flyby) di Mercurio, arrivando a una distanza minima di circa 165 km dalla superficie. L'ingresso in orbita stabile è previsto nel dicembre 2025.

Cenni storici e “curiosità”

Il primo astronomo che tentò di ottenere una mappa della superficie di Mercurio, verso la fine del XIX secolo, fu l'italiano Giovanni Virginio Schiaparelli.

Sulla superficie di Mercurio l'accelerazione di gravità è, in media, di 3.7 m/s^2 . Quindi, se sulla Terra pesate 70 kg, con una bilancia tarata sull'accelerazione di gravità terrestre su Mercurio registrereste un valore di circa 27 kg. Ma non siete dimagriti, la vostra massa è rimasta invariata, il peso minore è dovuto alla minore accelerazione di gravità.

Altre informazioni

Mercurio non ha satelliti ed è il pianeta con l'orbita più eccentrica e più inclinata sull'eclittica di tutto il Sistema Solare. Poiché i periodi di rotazione (circa 58.65 giorni) e di rivoluzione (circa 87.97 giorni) stanno tra di loro in un rapporto 3:2, il giorno solare mercuriano ha una durata di 176 giorni terrestri, pari a due periodi di rivoluzione intorno al Sole.

Venere

Caratteristiche di Venere

Venere è l'oggetto più luminoso del cielo dopo il Sole e la Luna. Per le sue dimensioni (il suo raggio è di 6052 km), massa e densità, è stato a lungo definito il pianeta “gemello” della Terra.

Il suo periodo di rotazione è di -243 giorni terrestri, dove il segno negativo indica che la rotazione è “retrograda”, cioè con verso opposto a quella della rivoluzione attorno al Sole. La sua forma è perfettamente sferica poiché, a causa del lentissimo moto di rotazione, non presenta il rigonfiamento equatoriale tipico degli altri pianeti.

L'atmosfera è molto densa ed è formata principalmente da anidride carbonica (96.5%), mentre il restante 3.5% è composto principalmente da azoto. Nell'atmosfera di Venere sono presenti strati di spesse nubi di acido solforico che impediscono l'osservazione diretta della superficie dallo spazio. La composizione dell'atmosfera è causa di un fortissimo effetto serra, che nel tempo ha elevato la temperatura superficiale a oltre 460°C , sia di giorno che di notte.

La superficie di Venere è costituita per l'80% da pianure vulcaniche. Non ci sono molti crateri da impatto perché gran parte dei meteoriti in arrivo vengono distrutti dall'atmosfera; inoltre l'erosione cancella rapidamente le tracce degli impatti.

Venere non ha né satelliti né anelli e non possiede un campo magnetico intrinseco.

Missioni spaziali

Venere è stato l'obiettivo di molte missioni, soprattutto tra gli anni '60 e '80 del secolo scorso. Alcune delle sonde sono state danneggiate dall'atmosfera del pianeta, mentre 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 completa della superficie grazie a osservazioni radar.

Nel 2013, la NASA ha lanciato il Venus Spectral Rocket Experiment (VeSpR), un telescopio suborbitale per lo studio dell'atmosfera nell'ultravioletto.

Cenni storici e “curiosità”

Il pianeta è conosciuto sin dall'antichità e gli furono dati nomi diversi a seconda che venisse osservato dopo il tramonto (Vespero) o prima dell'alba (Lucifero). Solo in età ellenistica si comprese che si trattava di un solo pianeta.

Galileo fu il primo a osservare Venere con un telescopio, scoprendo che il pianeta mostra un ciclo completo di fasi simili a quelle della Luna. Questa osservazione non è spiegabile con il modello geocentrico di Tolomeo, ma solo con la teoria eliocentrica di Copernico, di cui fu la prima evidenza sperimentale.

Il transito di Venere sul disco solare è stato utilizzato in passato per il calcolo dell'UA. I transiti si verificano quando Venere si interpone esattamente tra la Terra e il Sole e sono eventi molto rari.

Altre informazioni

Il moto di rotazione di Venere è retrogrado e risulta più lungo di quello di rivoluzione. Quindi un osservatore su Venere vedrebbe il Sole sorgere a ovest e tramontare a est, con la lunghezza del giorno solare pari a circa 116.8 giorni terrestri.

L'asse di rotazione è inclinato di soli 3° rispetto al piano orbitale e ciò determina l'assenza di variazioni climatiche stagionali.

Venere viene spesso usato come “fionda gravitazionale” per accelerare le missioni spaziali verso altri pianeti.

Terra

Caratteristiche della Terra

La Terra, denominata anche il Pianeta Azzurro, è il terzo pianeta del Sistema Solare e, tra i Pianeti Rocciosi, è quello più grande e con densità maggiore. Le caratteristiche che lo rendono unico sono la presenza di acqua allo stato liquido, per circa il 71% della superficie, e di forme di vita molto complesse.

La Terra è costituita da un nucleo interno solido di ferro e nichel, un nucleo esterno liquido, che genera il campo magnetico, un mantello di 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.

La Terra possiede un'atmosfera costituita principalmente da azoto (78%) e ossigeno (21%), suddivisa in: troposfera, stratosfera, termosfera ed esosfera. Tra stratosfera e mesosfera è presente uno strato di Ozono (O_3), che scherma la superficie dai raggi UV. Un debole effetto serra, causato dalla presenza di anidride carbonica e di vapore acqueo, fa in modo che la temperatura media sulla Terra sia di circa 14 °C.

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 flusso di particelle cariche del vento solare e dei raggi cosmici. L'interazione tra particelle cariche e la magnetosfera origina lo splendido fenomeno delle aurore boreali.

L'asse di rotazione terrestre è inclinato di circa 23° 27' rispetto alla perpendicolare al piano dell'eclittica. Questa inclinazione è la causa della presenza delle stagioni.

La Luna

La Luna è l'unico satellite naturale della Terra; il suo raggio e la sua massa sono rispettivamente circa $\frac{1}{4}$ e circa $\frac{1}{81}$ di quelli della Terra. Si ritiene che la Luna si sia formata a seguito dell'urto della Terra con un grande corpo chiamato Theia.

La Luna ruota attorno al proprio asse in circa 27.32 giorni, un periodo identico a quello di rivoluzione attorno alla Terra. Da questa uguaglianza deriva il fatto che la Luna ci rivolge sempre la stessa faccia e quindi l'esistenza, se si osserva dalla Terra, di una "faccia nascosta". In realtà il Sole illumina sempre metà della superficie lunare; la porzione di area illuminata visibile dalla Terra determina la "fase lunare"; un ciclo completo di fasi è detto "lunazione" e ha una durata di circa 29.53 giorni.

La Luna è la causa principale delle maree, che rallentano lentamente il moto di rotazione della Terra e fanno allo stesso tempo allontanare la Luna di circa 38 mm all'anno.

Data la sua relativa vicinanza (in media 384.400 km), la Luna è stato obiettivo di molte missioni spaziali condotte per primi, dagli Stati Uniti d'America e dall'Unione Sovietica. Grazie alle missioni Apollo gli USA sono stati in grado di far sbarcare un totale di 12 astronauti sul suolo lunare. In particolare, il 20 luglio 1969 il modulo Eagle (il LEM di Apollo 11) effettuò il primo allunaggio con uomini a bordo. I tre astronauti di Apollo 11 erano Neil Armstrong, "Buzz" Aldrin e Michael Collins, con quest'ultimo che rimase però in orbita lunare a bordo del modulo di comando.

Dalla metà degli anni '90 assistiamo a un rinnovato interesse per l'esplorazione lunare. La NASA e l'ESA, con il progetto Artemis, e la CNSA (l'agenzia spaziale cinese), hanno tra i loro obiettivi l'istallazione di una base abitata permanente.

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 più volte a rischio a causa delle "estinzioni di massa", eventi che hanno portato a una notevole riduzione, fino al 90%, delle specie viventi. L'estinzione più famosa, probabilmente causata dalla caduta di un piccolo asteroide, si è verificata 65 milioni di anni fa e causò, tra l'altro, la scomparsa dei dinosauri e l'inizio dell'era dei mammiferi.

Per quanto riguarda la specie umana, risalgono a circa 3.2 milioni di anni fa i resti dell'Australopithecus Afarensis "Lucy", rappresentante della specie nostra più antica antenata. L'Homo Sapiens compare in Africa solo 150000 anni fa. Attualmente la Terra ospita poco più di 8 miliardi di esseri umani, un numero che si ritiene crescerà fino ad almeno 9 miliardi nel 2050.

Marte

Caratteristiche di Marte

Marte è il quarto pianeta in ordine di distanza dal Sole e ha un diametro poco più grande di metà di quello della Terra. Ben visibile a occhio nudo è noto fin dall'antichità e porta il nome del dio romano della guerra. A causa del suo colore rosso acceso, dovuto alla grande abbondanza di ossido di ferro sulla superficie, è anche detto il "Pianeta Rosso".

Un giorno su Marte dura 24h 37m: è il periodo di rotazione più simile a quello della Terra tra tutti i pianeti del Sistema Solare. Marte ha una densità media più bassa rispetto agli altri pianeti rocciosi, poiché possiede un nucleo poco ricco di ferro. A causa di ciò Marte non possiede un campo magnetico apprezzabile e quindi non dispone di una protezione dagli effetti del vento solare e delle altre particelle ad alta energia provenienti dallo spazio.

Marte ha un'atmosfera sottilissima, composta per il 95% da anidride carbonica. Si ritiene che in passato l'atmosfera fosse assai più consistente, ma che sia stata erosa nel tempo dal vento solare.

La tenue atmosfera ha una bassa capacità di trattenere il calore e quindi l'escursione termica è elevata. La temperatura sul pianeta varia infatti da -123 °C a + 22 °C, a seconda delle zone e delle stagioni.

La superficie ha una grande varietà morfologica, con monti, vallate, crateri, bacini e vulcani. A causa della bassissima densità, l'atmosfera non è in grado di consumare buona parte delle meteore, che pertanto raggiungono il suolo con maggior frequenza che non sulla Terra.

Tra i monti di Marte troviamo il Monte Olimpo che, con un'altezza di 24 km, è il più alto vulcano del Sistema Solare. Un complesso di canyon, lungo 4500 km, largo fino a 120 km e profondo fino a 7 km, attraversa quasi un quarto della circonferenza del pianeta ed è chiamato Valles Marineris.

Missioni spaziali

Negli ultimi 60 anni sono state oltre 40 le sonde inviate verso Marte. Le prime sonde a posarsi su suolo nel 1976, sono state le Viking 1 e 2, che hanno raccolto informazioni sul suolo e sull'atmosfera. Le due sonde contenevano anche degli apparecchi per compiere esperimenti di biologia, in particolare per cercare tracce di una qualche presenza di vita.

Il rover Curiosity della NASA, arrivato su Marte nel 2012, ha confermato la presenza di composti organici contenenti atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno; non c'è però alcuna evidenza sulla loro origine, cioè se derivino o meno da processi biologici. 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".

Cenni storici e "curiosità"

Il "volto su Marte" è una struttura che fu fotografata per la prima volta nel 1976 dalla sonda Viking 1 e qualcuno la ritenne una costruzione realizzata da una civiltà ormai scomparsa. Recenti missioni hanno mostrato che si tratta solo un insieme di altipiani, il cui aspetto varia in funzione della direzione di provenienza della luce solare. Il "volto su Marte" appariva soltanto a causa di una interpretazione errata di immagini a bassa risoluzione.

Nel 1877 Giovanni Schiaparelli, utilizzando un telescopio con una lente da 22 cm di diametro, disegnò la prima mappa dettagliata di Marte. Egli osservò delle strutture sulla superficie che definì "canali". La superficie del pianeta sembrava presentare diverse lunghe linee, alle quali Schiaparelli attribuì nomi di celebri fiumi terrestri. Il mondo scientifico iniziò a credere che su Marte vi fossero canali artificiali, costruiti per l'irrigazione da una civiltà tecnologica. Successivamente fu dimostrato che il telescopio di Schiaparelli non era adeguato a quel tipo di osservazioni e che i canali erano in realtà illusioni ottiche, causate dall'occhio umano che tende a collegare più punti vicini in una linea.

Altre informazioni

Marte possiede due piccoli satelliti, di forma irregolare scoperti nel 1877 da Asaph Hall: Phobos (in greco "paura") e Deimos (in greco "terrore"), molto probabilmente asteroidi catturati.

Phobos è il maggiore e il più interno dei due, orbita a meno di 6000 km dalla superficie di Marte risultando così il satellite naturale fin qui noto più vicino al proprio pianeta. Phobos orbita in 7h 39m che, caso unico nel Sistema Solare, è un tempo minore del periodo di rotazione del pianeta. Quindi dalla superficie di Marte si osserva sorgere a ovest e tramontare a est.

Asteroidi

Caratteristiche degli asteroidi

Con il termine asteroidi si indicano 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 degli asteroidi è concentrata in tre regioni:

- la "Fascia Principale", una zona compresa tra le orbite di Marte e Giove che contiene il 97% degli asteroidi attualmente conosciuti. I tre asteroidi più grandi della "Fascia Principale" sono Pallas, Vesta e Hygiea.
- i "Punti Lagrangiani" L4 e L5 dell'orbita di alcuni pianeti; sono chiamati "Troiani" e sono presenti in massima parte nei punti L4 e L5 dell'orbita di Giove; recentemente ne sono stati scoperti anche per Venere, Terra, Marte, Urano e Nettuno.
- la "Fascia di Kuiper", una regione oltre l'orbita di Nettuno (vedere la sezione Nettuno e oltre...).

Numero degli asteroidi

Asteroidi conosciuti: oltre 1.470.000 **Asteroidi numerati:** oltre 875000 **Asteroidi con un nome ufficiale:** 25682

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. Grazie alle ricerche sistematiche, in corso o che cominceranno nei prossimi anni, ci si aspetta di scoprire e classificare altri 5 milioni di asteroidi nei prossimi 10 anni.

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, nome della dea protettrice della Sicilia, che ha un diametro di 952 km e una massa pari a 1/3 del totale di tutti gli asteroidi della Fascia Principale. Cerere fu scoperto nel 1801 da Giuseppe Piazzi a Palermo; considerato fino al 2006 il più grande degli asteroidi, è ora classificato come pianeta nano.

Comete

Caratteristiche delle comete

I nuclei cometari sono composti da sostanze volatili 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.

Per interazione della chioma con il vento solare si formano due code. La coda di polveri, di forma leggermente incurvata, è costituita dalle particelle solide, che diffondono la luce solare, e appare di colore bianco-giallo. La coda di ioni, di forma rettilinea, è costituita dal gas ionizzato dalla radiazione UV solare, ed è caratterizzata da un tipico colore blu.

Il nucleo ha dimensioni di pochi km e a ogni passaggio nelle vicinanze del Sole una parte del materiale di cui è composto va disperso nello spazio. Le comete quindi si "consumano" e dopo un certo numero di passaggi in prossimità del Sole esauriscono la componente gassosa o si disgregano. Alcune sono state osservate avvicinarsi troppo al Sole e "cadere" su di esso.

Origine delle comete

Si ritiene che comete di corto periodo, cioè inferiore a 200 anni, provengano dalla “Fascia di Kuiper”, mentre le comete a lungo periodo, oltre 200 anni, o non periodiche (cioè che percorrono orbite aperte), provengano dalla “Nube di Oort”. Il numero totale di comete a oggi note è di oltre 4500.

Missioni spaziali

Comete e Asteroidi sono state visitate da numerose sonde automatiche. Di particolare rilevanza la missione dell'ESA “Rosetta”, che ha orbitato attorno alla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko sganciando il lander “Philae”. Nel 2022 ha avuto successo il primo tentativo di alterare la traiettoria di un asteroide. La navicella DART della NASA ha colpito Dimorphos, un asteroide con 160 m di diametro, portando così a termine il primo esperimento di una tecnologia per la difesa della Terra da impatti di asteroidi (Planetary Defense). Nel 2023 la sonda Osiris Rex ha riportato sulla Terra campioni prelevati sull'asteroide Bennu, nei quali è stata accertata la presenza di carbonio e di minerali argillosi contenenti acqua.

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 40000, in massima parte asteroidi. I NEO che si avvicinano a meno di 0.05 UA dalla Terra rivestono particolare interesse e sono detti Potentially Hazardous Asteroids (PHA), in quanto potrebbero collidere con il nostro pianeta. Attualmente conosciamo 2511 PHA. Nessuno dei PHA attualmente conosciuti potrà colpire il nostro pianeta nei prossimi 150 anni.

Giove

Caratteristiche di Giove

Giove è il quinto pianeta in ordine di distanza dal Sole ed è il più grande del Sistema Solare. Il suo periodo di rivoluzione è di poco inferiore a 12 anni terrestri. Il suo raggio è circa 11 volte quello della Terra e la sua massa è oltre il doppio della somma delle masse di tutti gli altri pianeti. È classificato, al pari di Saturno, Urano e Nettuno, come pianeta gassoso.

Giove ha una composizione dell'atmosfera simile a quella del Sole, con il 75% di idrogeno e il 24% di elio, ma possiede anche composti quali ammoniaca, metano, acqua e acido solfidrico. Mostra sistemi nuvolosi organizzati in fasce orizzontali, la cui interazione dà luogo a violente tempeste, vortici e turbolenze.

La Grande Macchia Rossa è un enorme vortice atmosferico. Lunga circa 25000 km e larga circa 12000 km si trova nell'emisfero sud del pianeta è stata scoperta da G.D. Cassini nel 1665. Si ritiene sia una struttura quasi stabile e che quindi, al contrario di altri vortici simili ma più piccoli, sia destinata a permanere ancora a lungo nell'atmosfera.

Si ritiene che il pianeta possieda un nucleo roccioso costituito da ferro e silicati, circondato da uno strato di idrogeno metallico liquido e da uno strato di idrogeno molecolare ed elio.

Il campo magnetico di Giove è molto intenso ed è dovuto alla grande massa di idrogeno metallico, che funziona come un gigantesco conduttore elettrico. La magnetosfera di Giove è la più grande a oggi conosciuta per un corpo planetario. Inoltre, è la struttura più grande del Sistema Solare non appartenente al Sole. Nelle regioni polari di Giove sono state osservate delle emissioni aurorali simili alle aurore polari terrestri, la cui origine non è ancora stata spiegata in modo soddisfacente.

Missioni spaziali

Le prime sonde ad avvicinarsi a Giove sono state la Pioneer 10 nel 1973 e in seguito le Pioneer 11, Voyager 1 e Voyager 2.

La sonda della NASA Galileo, che raggiunse Giove nel 1995, è stata la prima a orbitare attorno al pianeta e a inviare un “probe” (una parte della sonda principale) nella sua atmosfera.

Nel 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. Queste tre lune di Giove, a causa della presenza di acqua liquida sotto la superficie, sono candidate ideali per la ricerca di vita.

Cenni storici e “curiosità”

Nel 1994 i 21 frammenti in cui si era frantumato il nucleo della cometa Shoemaker-Levy 9 caddero su Giove. La Shoemaker-Levy 9 è stata la prima cometa a essere osservata durante la collisione con un pianeta. L'evento era previsto e fu quindi ben osservato. Un secondo caso, questa volta non previsto ma anch'esso su Giove, è stato registrato nel 2009. Queste osservazioni avvalorano la teoria secondo la quale Giove agisce come “scudo gravitazionale” della regione interna del Sistema Solare, impedendo a molti dei piccoli corpi che arrivano dall'esterno di colpire i pianeti rocciosi. Un ridotto numero di impatti da parte di comete e asteroidi potrebbe aver favorito la comparsa e il mantenimento della vita sulla Terra.

Altre informazioni

Attualmente si conoscono 97 satelliti naturali di Giove. Il 7 gennaio del 1610 Galileo Galilei osservò per la prima volta i quattro satelliti principali: Io, Europa, Ganimede e Callisto. Galileo dedicò la sua scoperta a Cosimo II de' Medici e pertanto essi vengono spesso indicati come “satelliti medicei”.

Ganimede è il più grande satellite del Sistema Solare e supera per dimensioni anche Mercurio.

Sulla superficie di Io sono state osservate numerose eruzioni vulcaniche. Questo satellite è il corpo geologicamente più attivo del Sistema Solare.

Europa ha una superficie ghiacciata priva di crateri da impatto al di sotto della quale si ritiene si trovi un oceano di acqua allo stato liquido.

Callisto è il satellite più fortemente “craterizzato” del Sistema Solare. Per le loro dimensioni tutti e quattro i satelliti medicei sarebbero stati classificati come pianeti nani se avessero orbitato attorno al Sole.

Saturno

Caratteristiche di Saturno

Saturno è il sesto pianeta del Sistema Solare e, con un raggio circa 9.5 volte quello della Terra, il secondo per dimensioni; ha la densità più bassa di tutti i pianeti, pari a circa 0.69 volte quella dell'acqua.

Saturno ha una forma visibilmente "schacciata", con una differenza di quasi il 10% tra il raggio equatoriale e quello polare. Tale schiacciamento è dovuto alla bassa densità e alla sua rapida rotazione.

Saturno ha un nucleo di ferro, nichel e silicati allo stato solido.

L'atmosfera è composta principalmente da idrogeno (96.3%) ed elio (3.2%). Si alternano bande chiare e scure simili a quelle di Giove. Le nubi sono costituite da cristalli di ammoniaca, che conferiscono al pianeta il tipico colore giallo chiaro.

Nell'atmosfera sono state osservate strutture di forma ovale e cicloni. Una persistente struttura esagonale, composta da nubi, è stata fotografata nei pressi del polo nord dalle Voyager 1 e 2 e successivamente dalla sonda Cassini. Questa struttura è unica nel Sistema Solare e sembra stabile nel tempo.

Missioni spaziali

Dal 2004 al 2017 la sonda Cassini ha orbitato attorno all'intero sistema di Saturno studiandolo in grande dettaglio. Cassini ha rilasciato il "lander" Huygens, che si è posato sulla superficie di Titano e ne ha studiato l'atmosfera e la superficie. Si ritiene che l'atmosfera di Titano sia simile a quella primordiale della Terra.

Di eccezionale importanza la scoperta di geysir di acqua sul satellite Encelado, che fanno pensare alla presenza di un oceano liquido sotto la sua crosta ghiacciata. Nei materiali emessi dai geysir sono state identificate molecole organiche complesse. Si ritiene il sottosuolo di Encelado il luogo più probabile nel Sistema Solare, dopo la Terra, per la presenza di vita.

Cenni storici e "curiosità"

Saturno è il più lontano dei pianeti visibili a occhio nudo, ovvero di quelli conosciuti sin dall'antichità, ed impiega poco meno di 30 anni terrestri per completare una rivoluzione attorno al Sole.

Saturno fu osservato per la prima volta con un telescopio da Galileo nel 1610. A causa della scarsa potenza dei suoi strumenti, Galileo non riuscì a distinguere gli anelli; pensò invece che il pianeta fosse accompagnato da due grandi satelliti e lo definì "tricorporeo". Fu C. Huygens, nel 1655, ad annunciare la presenza degli anelli e scoprire Titano.

Con ben 274 conosciuti, Saturno detiene il primato per il maggior numero di satelliti tra tutti i pianeti del Sistema Solare.

Altre informazioni

Gli anelli di Saturno sono costituiti da innumerevoli corpi, con dimensioni dal micron al metro, composti da ghiaccio d'acqua per oltre il 99%. Potrebbero essersi formati a seguito dall'impatto di un satellite di Saturno con una cometa o con un altro satellite o potrebbero essere del materiale che non è riuscito ad aggregarsi per formare un satellite.

Gli anelli orbitano sul piano equatoriale e la loro larghezza totale è di circa 284.400 km (quasi 3/4 della distanza Terra-Luna), ma hanno uno spessore compreso tra 10 m e 1 km. Gli anelli sono divisi in sette regioni principali separate da "divisioni". La divisione più famosa è quella di Cassini, che separa i due anelli principali, detti A e B.

Nel 2009 il telescopio spaziale Spitzer ha scoperto un gigantesco anello, detto di Phoebe, che si estende tra circa 6 e 16 milioni di km da Saturno. Il nome deriva dall'ipotesi che questo anello si sia formato da materiale espulso dal satellite Phoebe.

Urano

Caratteristiche di Urano

Urano è il settimo pianeta in ordine di distanza dal Sole e il terzo, con un raggio di 4 volte quello della Terra, per dimensioni. Dista dal Sole in media 19.2 UA e impiega poco più di 84 anni a compiere una rivoluzione completa.

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. L'atmosfera ha una temperatura minima di -224 °C ed è, con quella di Nettuno, la più fredda del Sistema Solare. 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° rispetto al piano dell'orbita. Si pensa che questa inclinazione sia il risultato dell'urto di Urano con un corpo simile alla Terra nella fase di formazione del Sistema Solare.

Ogni polo riceve luce per circa 42 anni, seguiti da 42 anni di buio. Nel corso dell'anno uraniano i poli ricevono dal Sole più energia delle regioni equatoriali, ma Urano è, circostanza ancora non spiegata, più caldo all'equatore che ai poli.

Urano ha un sistema di anelli, quelli attualmente noti sono 13, osservato 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, fino a oggi, ha esplorato Urano è stata la Voyager 2, che ha effettuato un flyby nel gennaio 1986.

Urano e la sua atmosfera sono state studiate dal Telescopio Spaziale Hubble (HST), che ha scoperto 2 nuove lune e 2 anelli.

Tra le future missioni proposte dalla NASA e da altre agenzie spaziali, 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 nel 1781 da William Herschel, che gli diede il nome di "Georgian Planet" in onore di re Giorgio III d'Inghilterra, suo mecenate. Questo nome non venne mai accettato all'esterno della Gran Bretagna e furono proposti numerosi nomi alternativi; quello finale entrò in uso alla fine del XIX secolo.

Urano è al limite di visibilità a occhio nudo ed era già stato osservato molte volte precedentemente, ma era sempre stato scambiato per una stella.

Altre informazioni

I 29 satelliti di Urano ad oggi noti sono composti di ghiaccio e roccia in uguali percentuali. I loro nomi derivano dalle opere dei poeti inglesi W. Shakespeare e A. Pope. I cinque più grandi sono: Titania, Oberon, Umbriel, Ariel e Miranda, con i primi quattro che potrebbero possedere oceani di acqua liquida sotto la superficie ghiacciata.

Si ritiene che su Urano, e anche su Nettuno, avvenga la formazione di diamanti, che ha inizio negli strati più elevati dell'atmosfera. Crescendo in dimensioni col trascorrere dei millenni, i diamanti affonderebbero fino a posarsi sul nucleo solido del pianeta. Il processo di formazione dei diamanti, che sono costituiti da carbonio puro, si ritiene legato al bombardamento delle particelle solari e cosmiche contro i composti idrocarburici presenti nell'atmosfera di Urano.

Nettuno e oltre...

Caratteristiche di Nettuno

Con una distanza media dal Sole di poco più di 30 UA, Nettuno è l'ottavo e il più lontano dei pianeti del Sistema Solare. È il quarto per dimensioni e, con poco più di 17 volte la massa della Terra, il terzo per massa.

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. Infatti, alcune anomalie nelle posizioni osservate di Urano portarono a ipotizzare l'esistenza di un pianeta sconosciuto che ne perturbasse l'orbita. Questa scoperta fu un successo straordinario per la scienza dell'epoca e rappresentò un'eccezionale conferma della teoria gravitazionale newtoniana. In realtà, Nettuno era già stato osservato da Galileo quando si trovava vicino a Giove, ma non abbastanza a lungo per evidenziarne il movimento e capire che si trattava di un pianeta.

Nettuno ha una composizione chimica, sia interna che atmosferica, molto simile a quella di Urano; il suo colore azzurro più intenso di quello di Urano potrebbe essere dovuto alla presenza di un qualche costituente ancora sconosciuto.

Nettuno ha un'intensa attività meteorologica, caratterizzata dai 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. Due grandi macchie scure sono state osservate nel 1989 dalla sonda Voyager 2 e recentemente dal Very Large Telescope dell'European Southern Observatory. Si tratta di fenomeni relativamente frequenti, ma di breve durata.

Nettuno ha un campo magnetico circa 25 volte più intenso di quello terrestre generato per "effetto dinamo" in un involucro posto all'esterno del nucleo.

Nettuno possiede un debole sistema di 5 anelli, il cui colore rossastro è dovuto alla presenza di silicati o di materiali a base di carbonio che rivestono particelle di ghiaccio. Gli anelli, a cui è stato dato il nome di scienziati (Adams, Le Verrier, Galle, Lassell e Arago), sono di "recente" formazione e sembrano alquanto instabili.

Nettuno ha 16 satelliti naturali noti, il più grande dei quali è Tritone, un corpo geologicamente ancora attivo. L'orbita di Tritone è retrograda rispetto alla rotazione di Nettuno ed è inclinata rispetto all'equatore del pianeta; due circostanze che indicano che si tratta di un corpo catturato.

Gli oggetti trans-nettuniani (TNOs)

Gli oggetti trans-nettuniani sono corpi minori del Sistema Solare con orbita esterna a quella di Nettuno. Attualmente ne conosciamo 1036 numerati, ovvero con orbite ben determinate, e oltre 4000 non-numerati, ovvero con orbite non ancora ben determinate. Si stima che esistano più di 100.000 TNOs con diametro maggiore di 100 km.

Plutone, adesso definito "Pianeta Nano" è stato il primo TNO ad essere scoperto nel 1930, mentre il secondo è stato identificato solo nel 1992.

Data la grande distanza dal Sole, i TNOs hanno tutti una temperatura superficiale dell'ordine di -220 °C. Sono composti principalmente da ghiacci di acqua, metano e ammoniaca e da silicati.

In base alla distanza dal Sole e alle caratteristiche dell'orbita sono classificati in oggetti della "Fascia di Kuiper", del "disco esteso" e "Sednoidi". Quelli ultimi sono quelli con le orbite più eccentriche e più distanti dal Sole; il più lontano fino ad oggi noto è Leleākūhonua, la cui distanza all'afelio è di 2320 UA.

Missioni spaziali

Nel luglio 2015, dopo 9 anni dal lancio e 5 miliardi di km percorsi, la sonda della NASA New Horizons ha effettuato un flyby di Plutone e dei suoi satelliti, più grande dei quali è Caronte. New Horizons ha proseguito il suo viaggio verso la fascia di Kuiper e l'1 gennaio 2019 è passata a soli 3500 km dall'asteroide Arrokoth. New Horizons proseguirà il suo viaggio esplorando l'eliosfera esterna, che potrebbe raggiungere nel 2047.

La Nube di Oort

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

Comete e asteroidi interstellari

Sono stati recentemente identificati tre oggetti provenienti dallo spazio interstellare, che hanno viaggiato per milioni o miliardi di anni prima di incontrare il Sistema Solare. Il primo 1I/Oumuamua è stato osservato nel 2017, il secondo 2I/Borisov nel 2019, il terzo 3I/Atlas nel 2025. Questi corpi hanno velocità estremamente elevate spiegabili solo come il risultato di numerosi assist gravitazionali forniti dalle stelle incontrate nel loro lunghissimo cammino all'interno della nostra galassia. La 3I/Atlas ha raggiunto al perielio una velocità di 68 km/s. La minima distanza dalla Terra sarà di circa 270 milioni di km il prossimo 19 dicembre. 3I/Atlas potrebbe avere oltre 7 miliardi di anni, ovvero oltre tre miliardi di anni in più del Sistema Solare. Un'età che la renderebbe la più antica cometa osservata finora. Si stima che gli oggetti interstellari che attraversano la parte più interna del Sistema Solare siano circa uno l'anno, ma sono molto difficili da identificare.