

Il sistema solare

Stefano Morandi

Marzo 2019

introduzione

definizione

Un sistema planetario consiste di diversi oggetti di natura non stellare in orbita attorno ad una stella o ad un sistema stellare: è il caso dei pianeti, dei satelliti, degli asteroidi, dei meteoroidi, delle comete e della polvere interstellare.

Il sistema planetario cui appartiene la Terra, unitamente al Sole, costituisce il sistema solare.

[wikipedia](#)

ritratto

posizione

sole e pianeti

sole

distanza al centro galassia	temp. superfice	temp. centro	raggio	tipo
26.000 a/l	5.500	15.000.000	695.500	Nana Gialla

definizione

Una stella è un corpo celeste che brilla di luce propria. In astronomia e astrofisica il termine indica uno sferoide luminoso di plasma che genera energia nel proprio nucleo attraverso processi di fusione nucleare. . .

[wikipedia](#)

tipi di stelle

sole è di classe G2 V

classe	temperatura	massa	raggio	luminosità	colore
O	50.000	150	15	1.400.000	blu
B	28.000	16	7	20.000	azzurro
A	9.600	3.1	2.1	80	bianco
F	7.100	1.7	1.3	6	bianco giallo
G	5.700	1.2	1.1	1.2	giallo
K	4.600	0.8	0.9	0.4	arancione
M	3.200	0.4	0.4	0.04	rosso

Ogni classe è suddivisa in 10 sottoclassi numerate da 0 a 9, più basso è il numero maggiore è la temperatura.

La luminosità è espressa con numeri romani da I a V legata alla densità e allo stato evolutivo della stella: [sequenza principale diagramma H/R](#)

struttura

- nucleo: sede delle reazioni termonucleari
- zona radioattiva: assorbe energia e la trasmette, per irraggiamento agli strati convettivi
- zona convettiva: moti convettivi
- fotosfera: area visibile. temperatura circa 6000K, con zone più calde (granuli) e zone fredde (macchie solari)
- cromosfera: gas di idrogeno rarefatto di colore rossastro
- corona solare: gas ionizzati ad altissime temperature.

energia

- La composizione chimica del Sole è dominata dall'Idrogeno (92%), seguito dall'Elio(7.8%) e tracce di altri elementi
- Ogni **secondo** 600 milioni di tonnellate di H vengono trasformate in 595 milioni di tonnellate di He
- $E = mc^2$

La massa totale del Sole è pari a $1,989110^{30}kg$ circa 330.000 volte la Terra

La percentuale di H e He varia a seconda della profondità

Ciclo di 11 anni circa di particolare attività

esplosioni di massa coronale

dimensioni comparate terra

fine

Tra circa un miliardo di anni il sole entrerà nella fase terminale del suo ciclo diventando via via sempre più instabile. Entro 3.5 miliardi di anni arriverà ad essere una gigante rossa espandendo il suo raggio fino ad inglobare forse anche l'orbita terrestre. Concluderà poi la sua vita prima come nana bianca, in circa 7.5 miliardi di anni, e successivamente, finito il combustibile nucleare, come nana nera.

curiosità

- 99.8% della massa di tutto il sistema solare
- un fotone prodotto dalle reazioni nucleari nel nucleo può impiegare fino a 170.000 anni per raggiungere la superficie
- una tempesta solare nel 1989 ha provocato un blackout elettrico in Canada e Nord America
- la velocità di rotazione non è omogenea: 25g all'equatore, 36g ai poli

mercurio

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
57.900.000	3.2	88g	58g	Terrestre	2.440

mercurio

cratere Van Eyck, 270Km diametro
Missione MESSENGER, NASA

Mercurio è il pianeta più piccolo del sistema solare, poco più grande della Luna (alla quale morfologicamente assomiglia) e il più vicino al Sole.

Ha un nucleo ferroso molto grande in proporzione agli altri pianeti rocciosi.

missioni

Solo 2 sonde sono arrivate su Mercurio: il Mariner 10 (1974) e il MESSENGER (2008)

Il 20 Ottobre 2018 è stata lanciata la missione ESA-JAXA BepiColombo, ingresso in orbita previsto per il 2025

E' estremamente difficile arrivare su Mercurio a causa della sua vicinanza al Sole che comporta traiettorie molto complesse e temperature estreme.

Per la BepiColombo sono previsti: 1 flyby verso Terra, 2 verso Venere e 6 verso Mercurio prima di entrare in un'orbita stabile attorno al pianeta.

risonanza orbitale

- **periodo di rivoluzione:** tempo impiegato per compiere un'orbita completa
- **periodo di rotazione:** tempo impiegato per compiere una rotazione completa sul proprio asse
- **giorno:** tempo che intercorre tra 2 culminazioni del Sole

curiosità

- moto orbitale di mercurio spiegabili solo grazie alla relatività generale di A.Einstein
- non è il pianeta più caldo
- ma è quello con la maggior escursione termica giorno/notte: da +450° a -170°
- un giorno dura più di un anno: 176 giorni

venere

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
108.300.000	6	225g	243g	Terrestre	6.050

pianeta gemello

Venere sembra un gemello della Terra, almeno per massa, dimensioni e composizione chimica.

La superficie si presenta coperta da recenti (geologicamente) flussi di lava segno di un vulcanismo importante almeno 300/500 milioni di anni fa.

La mancanza di attività geologica, unita alla scarsa velocità di rotazione, non consentono la formazione di un campo magnetico.

atmosfera

mosaico UV/rosso
Sonda Mariner 10, NASA

L'atmosfera di Venere è prevalentemente composta di CO₂ con un effetto serra che lo rende il pianeta più caldo del Sistema Solare: oltre 460°.

La pressione al suolo è oltre le 90 atmosfere, come a 900m di profondità.

Possibili piogge di acido solforico.

curiosità

- nel 1970 la sonda sovietica Venera 7 fu il primo artefatto ad atterrare con successo su un altro pianeta
- possiede un'orbita quasi perfettamente circolare
- moto retrogrado: da est verso ovest
- un giorno su venere dura 117g terrestri

Su Venere un anno dura solo 2 giorni!

marte

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
227.900.000	12.7	687g	24.6h	Terrestre	3.390

pianeta rosso

Marte
Sonda Rosetta, ESA, 2007

Il tipico colore rosso è dovuto alla prevalenza di ossidi di ferro nella polvere che ricopre il pianeta

robot

rover marziani

Sojourner, 1997 Spirit and Opportunity, 2004 Curiosity, 2012

- **orbiter**: sonda che studia il pianeta dall'orbita
- **lander**: sonda a terra
- **rover**: robot mobile

Ad oggi sono operativi sei orbiter, un lander e un rover

I primi studiano l'atmosfera, il sottosuolo tramite radar e verificano i possibili siti di atterraggio

L'unica sonda a terra operativa ad oggi è la missione InSight della NASA

Da Giugno 2018 è rimasto un solo rover attivo su Marte: [Curiosity](#)

atmosfera

[./figures/mars_002_tempesta_wikipedia.gif](#)

atmosfera

Mars (prima e dopo) la tempesta del Giugno 2018

Con venti che raggiungono i 400Km/h, la rarefatta atmosfera marziana (meno dell'1% di quella terrestre), consente tempeste di sabbia di proporzioni globali.

La tempesta del 2018 mise fine alla più che decennale missione del rover Opportunity (inizialmente prevista di soli 90 giorni)

Olympus Mons

Olympus Mons

Viking 1, mosaico, 1978

Geologicamente **oggi** Marte è un pianeta morto, ma grazie alla sua bassa gravità è la casa del più grande vulcano del sistema solare: il Olympus Mons.

Largo 600Km alla base, raggiunge i 21Km di altezza, quasi 3 volte il monte Everest.

Valles Marineris

Valles Marineris

Il canyon Valles Marineris, lungo circa 4800Km, largo 320 e profondo 8, è una delle strutture più imponenti del Sistema Solare

acqua

Cratere Korolev

Mars Express, ESA

Nel cratere Korolev è stato scoperto un bacino di ghiaccio perenne alto fino a 1.8Km

Il radar italiano MARSIS, sempre sulla Mars Express, ha trovato evidenze di un bacino sotterraneo di acqua liquida.

phobos

Marte ha due piccole lune, Phobos e Deimos, dalla forma irregolare. Si tratta probabilmente asteroidi catturati dalla gravità marziana.

curiosità

- orbita molto eccentrica
- canyon più grande del sistema solare
- vulcano più grande del sistema solare

giove

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
778.340.000	44.3	12a	9.9h	Gigante gassoso	69.900

Con una massa pari al doppio di tutti gli altri pianeti messi assieme, Giove è di gran lunga il pianeta più grande del sistema solare.

atmosfera

atmosfera

Nubi gioviane, Juno NASA, Ott. 2018

La turbolenta atmosfera gioviana è prevalentemente composta di idrogeno ed elio, con nubi di ammoniaca che galleggiano su un sottile strato sottostante di vapore acqueo.

La particolare colorazione delle nubi è causata dalla presenza di composti di zolfo e fosforo.

atmosfera

atmosfera

Grande Macchia Rossa, Juno NASA, Luglio 2017, Björn Jónsson

La Grande Macchia Rossa è una tempesta, grande circa due volte la Terra, che perdura da centinaia di anni.

Questo tipo di perturbazioni si riscontrano, anche se non in maniera così evidente, anche sugli altri pianeti gassosi.

campo magnetico

campo magnetico

aurora emisfero nord, ultravioletto, Hubble Space Telescope, Giugno 2016

L'enorme pressione fa sì che l'idrogeno liquido diventi conduttivo e si comporti come un metallo, aggiunta alla veloce rotazione, fa sì che Giove abbia il più potente campo magnetico tra tutti i pianeti.

lune

I satelliti medicei

io	europa	ganimede	callisto
3.643 km	3.122 km	5.262 km	4.821 km

79 sono le lune confermate di Giove, le 4 maggiori sono state identificate per la prima volta da Galileo Galilei, nel 1609 e battezzati come "Astri Medicei" in onore di Cosimo II de' Medici.

Proprio lo studio delle orbite di queste lune confermò il nuovo modello Copernicano che poneva il Sole al centro del sistema solare.

io

io

sonda Galileo, Nasa 1998

Io è il più vicino a Giove dei satelliti galileiani ed è il corpo del sistema solare con la maggior attività vulcanica.

L'estremo vulcanismo di Io è probabilmente dovuto all'intensa forza gravitazionale di Giove, e degli altri satelliti, che provoca un effetto mareale sull'intera luna con innalzamenti del terreno fino a 100m. Il conseguente attrito consente ad Io di avere ancora un nucleo fluido.

europa

europa

sonda Galileo, Nasa 1998

Come per Io, anche Europa è vittima dell'enorme forza gravitazionale di Giove che assieme alla sua orbita molto ellittica, provoca anche in questo caso forze di marea estreme i cui effetti sono visibili sulla superficie ghiacciata della luna sotto la quale, con tutta evidenza, si trova un oceano di acqua allo stato liquido rendendo Europa uno dei luoghi più promettenti per la ricerca di forme di vita.

ganimede

ganimede
Voyager 2, NASA, 1979

Ganimete è la luna più grande del sistema solare, supera per dimensioni anche Mercurio, l'unica dotata di un proprio campo magnetico che causa anche delle aurore. La superficie è prevalentemente composta da ghiaccio d'acqua e materiali rocciosi mentre è probabile un mantello con uno strato di acqua liquida.

callisto

callisto
Galileo, NASA, 2001

Callisto è la terza luna per dimensioni del sistema solare. Similmente a Ganimede è probabile uno strato di acqua liquida al di sotto della crosta.

curiosità

- ha il più grande oceano del sistema solare... ma è fatto di idrogeno
- possiede un sottilissimo sistema di anelli
- il campo magnetico di Giove è l'oggetto più grande del sistema solare

saturno

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
1.426.600.000		83	10.7a	10.7h	Gigante gassoso
					58.200

atmosfera

tempesta
Cassini, NASA, 2011

L'atmosfera di Saturno è simile a quella di Giove: composta prevalentemente da idrogeno (97%) ed elio con nubi di ammoniaca, presenta analoghe bande e, se pur di minor entità, anche formazioni "temporalesche".

Il campo magnetico di Saturno è anch'esso dovuto all'idrogeno in forma liquida presente nelle parti più interne del pianeta.

anelli

anelli di saturno
Cassini, NASA, 2011

Inutile dire che la caratteristica peculiare di Saturno sia il maestoso sistema ad anelli che si estende da 6.500Km dalla sommità delle nubi, fino a 120.000Km con uno spessore medio di circa 10m

La formazione degli anelli non è ancora chiara, è possibile che siano il frutto di un evento catastrofico in cui uno dei satelliti minori sarebbe stato colpito e distrutto dall'impatto con una cometa. Parte del materiale più recente è invece frutto del **crio-vulcanismo** della luna Encelado.

satelliti

Mimas	Enceladus	Tethys
396Km	500Km	1.050Km

53 lune confermate

titano

saturno e titano
Cassini, NASA, 2012

Seconda solo a Ganimede per dimensione e più grande di Mercurio, Titano è l'unica della oltre 150 lune note ad avere un'atmosfera per lo più composta da Azoto.

Nel 2005 il lander dell'ESA/ASI Huygens è atterrato su Titano diventando il primo veicolo ad atterrare su un satellite di un altro pianeta.

titano

saturno e titano
Cassini, NASA, 2012

Titano possiede fiumi e laghi, ma sono composti da idrocarburi. Le misurazioni effettuate durante l'atterraggio da Huygens e dall'orbita da Cassini, indicherebbero presenza di acqua allo stato liquido sotto la superficie.

encelado

encelado
Cassini, NASA, 2008

La piccola luna ghiacciata di Saturno, appena 500Km di diametro, contribuisce al materiale presente negli anelli di Saturno a causa dei geyser di ghiaccio prodotti dall'effetto mareale della gravità di Saturno che provoca fratture nel manto della luna.

encelado

encelado
Cassini, NASA, 2008

curiosità

- è più leggero dell'acqua
- ha forma decisamente ovaleggiante
- al polo nord vi è una bizzarra formazione nuvolosa ad esagono

urano

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
2.870.660.000	165	84a	17.25h	Gigante ghiacciato	25.300

atmosfera

urano
Voyager 2, NASA, 1986

Urano è primo pianeta ad essere scoperto tramite il telescopio nel 1781 da William Herschel. Nessuno prima di allora pensava vi fossero altri pianeti.

L'atmosfera di Urano è composta per lo più da Idrogeno ed elio, come per gli altri giganti gassosi, ma con alte percentuali di composti ghiacciati come acqua, metano ed ammoniaca. Per questo motivo, insieme a Nettuno, fa parte della famiglia dei giganti ghiacciati.

anelli

urano
Hubble Space Telescope, NASA, 2000

Urano ha 27 lune conosciute e un sistema di 13 anelli, sfortunatamente l'unica sonda che ha visitato il pianeta è stata la Voyager 2 nel 1986

curiosità

- asse di rotazione inclinato più di 90°
- rotazione retrograda, come Venere, da est verso ovest
- visibile, molto debolmente, a occhio nudo

nettuno

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
2.870.660.000	250	165a	16h	Gigante ghiacciato	24.600

atmosfera

Nettuno
Voyager 2, NASA, 1989

Osservato per la prima volta nel 1846, Nettuno è il primo pianeta la cui esistenza è stata dedotta prima della scoperta a causa di alcune perturbazioni dell'orbita di Urano altrimenti inspiegabili.

La composizione dell'atmosfera nettuniana è analoga a quella di Urano: idrogeno ed elio con componenti ghiacciate di acqua e ammoniaca. Anche la composizione del nucleo è assimilabile essendo composto da ghiaccio e roccia.

tritone

Nettuno e Tritone
Voyager 2, NASA, 1989

Nettuno possiede 13 lune note, la cui maggiore è Tritone che probabilmente era un corpo a sé catturato dalla gravità del pianeta.

curiosità

- venti più veloci del sistema solare (2.100Km/h)
- ha un debole sistema di anelli
- fu osservato per la prima volta da Galileo che lo prese per una stella
- Tritone è l'unica luna che ruota in senso opposto alla rotazione del pianeta

altri corpi del sistema solare

plutone, pianeta nano

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
5.900.000.000	320	248a	153h	Nano	1.150

Definizione pianeta: un "pianeta" è un corpo celeste che:

- è in orbita intorno al Sole;
- ha una massa sufficiente affinché la sua gravità possa vincere le forze di corpo rigido, cosicché assume una forma di equilibrio idrostatico (quasi sferica);
- ha ripulito le vicinanze intorno alla sua orbita;

un "pianeta nano" è un corpo celeste che:

- è in orbita intorno al Sole;
- ha una massa sufficiente affinché la sua gravità possa vincere le forze di corpo rigido, cosicché assume una forma di equilibrio idrostatico (quasi sferica);
- non ha ripulito le vicinanze intorno alla sua orbita;
- non è un satellite.

[wikipedia](#)

plutone

plutone
New Horizon, NASA

Plutone è il principale esponente della categoria degli oggetti "trans nettuniani" e classificato come pianeta nano dal 2006.

Ha 5 lune, una delle quali, Caronte, è così grande che fa sì che i due corpi orbitino attorno ad un comune centro di massa diventando a tutti gli effetti un sistema binario.

Altri oggetti della stessa famiglia sono Haumea e Makemake siti in quella che viene chiamata la Fascia di Kuiper che si estende oltre l'orbita di Nettuno fino a 50 UA dal Sole, zona ricca di corpi minori.

Sono oltre mille i corpi della fascia individuati.

cerere

km dal sole	min. luce dal sole	rivoluzione	rotazione	tipo	raggio
413.690.000	22	4.6a	9h	Nano	470

Scoperto da Giuseppe Piazzi nel 1801, Cerere è stato promosso a pianeta nano nel 2006 avendo il 25% della massa totale della cintura di asteroidi sita tra Marte e Giove.

La fascia si è probabilmente formata nella fase primordiale del sistema solare, ma le perturbazioni gravitazionali di Giove e Marte hanno impedito la formazione di un pianeta.

asteroidi e comete

asteroidi

Benru
OsirisRex, NASA, 2018

Gli asteroidi sono i residui rocciosi della formazione del sistema solare. Di forma irregolare, hanno dimensioni da 500 Km di Vesta a pochi metri.

Sono noti moltissimi asteroidi, per lo più situati nella fascia principale che pare contenere più di un milione di oggetti dal diametro superiore ai Km.

Particolare attenzione gli astronomi dedicano al gruppo "Near-Earth", quei corpi che passano nelle vicinanze o, in alcuni casi, intersecano l'orbita terrestre (quasi 900 hanno un diametro superiore ai Km).

comete

67P/Churyumov-Gerasimenko
Rosetta, ESA, 2015

Le comete sono corpi ghiacciati di gas, roccia e polvere. Se ne conoscono più di 3.500 e si ipotizza che in tutto il sistema solare, in particolare nella nube di Oort, posta a 100.000 UA (1UA = distanza terra sole), si stima ve ne siano miliardi.

Quando l'orbita della cometa la porta in prossimità del Sole, i gas iniziano ad evaporare (meglio, a sublimare) formando un'atmosfera che diverrà la coda della cometa. Se il nucleo di una tipica cometa non supera qualche Km, la coda può estendersi per centinaia di migliaia di km.

Alcune comete non riescono a completare la propria orbita e precipitano o vengono distrutte dal Sole.

Riferimenti

- [wikipedia](#)
- [nasa, solar system](#)
- [esa](#)
- [inaf](#)
- <https://mars.nasa.gov/>
- <https://www.nasa.gov/missions>

License Information

"Il sistema solare" © 2019 di Stefano Morandi

pubblicato con licenza Creative Commons license [CC BY-SA 4.0](#).

Per informazioni i contatti: info@astrofili-vittorioveneto.it

[Astrofili Vittorio Veneto](#)