

Giove, il pianeta gigante

(Prof. Angelo Meduri)

Il più vicino fra i pianeti giganti gassosi, Giove, è anche il più grande e quello di massa maggiore. Appare più luminoso di ogni altro pianeta, tranne Venere; ad occhio nudo è di piacevole vista, ma si mostra in tutta la sua magnificenza attraverso un telescopio. Secondo la mitologia greca e romana, questo pianeta venne identificato con il più potente degli dèi e signore del cielo, il greco Zeus, il romano Giove. Il suo movimento fra le stelle è lento e ci vogliono quasi dodici anni perché il pianeta completi un'orbita attorno al Sole, spostandosi da una costellazione zodiacale all'altra ogni anno.

Giove ha una massa più che doppia rispetto a quella di tutti gli altri pianeti del sistema solare messi insieme, ed è stata determinata attraverso l'osservazione dei periodi dei suoi satelliti e le dimensioni delle loro orbite, con l'applicazione della legge di gravitazione universale di Newton. Al giorno d'oggi, però non è essenziale servirsi di osservazioni di un satellite naturale, poiché calcoli simili sono resi possibili da qualsiasi corpo che passi in prossimità del pianeta. Ad esempio, le sonde spaziali Pioneer 10 e 11 passarono nelle vicinanze di Giove, rispettivamente il 4 dicembre 1973 ed il 3 dicembre 1974. In quelle occasioni le ricetrasmittenti a bordo delle sonde interplanetarie hanno trasmesso su frequenze note con precisione, cosicché osservando lo spostamento Doppler nel segnale ricevuto è stato possibile

calcolare la velocità del veicolo lungo la linea visuale. Questa velocità muta quando un veicolo viene attirato dal campo gravitazionale di Giove e le misurazioni degli spostamenti Doppler possono essere usate per calcolare la massa. Le osservazioni hanno dimostrato che Giove ha una massa di 317,89 volte maggiore di quella della Terra. Anche se Giove possiede una massa così grande, è importante notare che esso è ancora molto più piccolo del Sole, la cui massa è precisamente 1047 volte maggiore.

Il pianeta Giove è notevolmente appiattito, infatti il suo raggio equatoriale è di 71600 Km, cioè 11,23 volte più grande di quello terrestre, mentre il raggio polare è di 67300 Km, ossia il 6% più piccolo. Il volume di questo gigante del sistema solare è perciò 1330 volte maggiore di quello della Terra, ma la sua densità media resta inferiore: 1314 Kg/m^3 rispetto a 5518 Kg/m^3 . Dato che la densità di Giove è tanto più piccola di quella della Terra e degli altri pianeti terrestri, esso non può avere una composizione simile. Se Giove avesse avuto una composizione simile a quella terrestre, la pressione interna essendo maggiore avrebbe fatto aumentare la sua densità, sempre rispetto a quella della Terra.

Quando osserviamo Giove vediamo solo gli strati superiori delle nubi che compongono la sua atmosfera. Le sostanze presenti nell'atmosfera gioviana possono essere determinate con lo

spettroscopio, che mette in evidenza le bande scure di assorbimento, studiate per la prima volta da padre Angelo Secchi nel 1863. All'inizio del 1930 però R.Wildt e T.Dunham dimostrarono che le bande sono dovute alla presenza di metano e di ammoniaca. Benché queste bande siano l'elemento dominante dello spettro ottico di Giove, è erroneo credere che il metano e l'ammoniaca siano i principali componenti dell'atmosfera. Infatti, alcune righe e bande spettrali sono intrinsecamente più deboli di altre, come quella dell'idrogeno molecolare, che è una riga molto debole ma importantissima. Nel 1960 le righe dell'idrogeno furono finalmente identificate nello spettro di Giove da C.C.Keiss, C.H. Korliss e H.K.Keiss. Pertanto, l'idrogeno molecolare è senza dubbio il principale componente dell'atmosfera di Giove. Questa scoperta si accorda bene con la bassa densità media, la quale richiede che i componenti predominanti di Giove siano l'idrogeno e l'elio, gli elementi più leggeri. Nello spettro ottico di Giove non possono essere presenti le righe dell'elio, a causa della bassissima temperatura atmosferica (-150°C), per mezzo di osservazioni eseguite dalla Terra. Si è supposto allora che l'elio sia presente nell'atmosfera gioviana nella stessa proporzione che è sul Sole (25%). La prima prova diretta della presenza di elio su Giove venne dalle osservazioni trasmesse dalla sonda Pioneer 10. Il 7 dicembre 1995 la sonda Galileo, penetrata nell'atmosfera fino a 100 Km di profondità, confermò le osservazioni precedenti. Sono state scoperte pure

quantità di fosfina e vari idrocarburi. La fosfina è responsabile della colorazione rosso mattone presente nell'atmosfera del pianeta.

Benché Giove sia ricoperto da nubi come Venere, il suo aspetto visivo è del tutto differente da quello delle nubi venusiane, che sembrano quasi amorfe. Anche un piccolo telescopio consente di osservare certi particolari, sempre mutevoli, sul disco di Giove. Il disco appare attraversato da strisce scure, dette bande, alternate con strisce chiare, chiamate zone, tutte parallele all'equatore di Giove. Queste bande scure caratteristiche del pianeta sono frutto delle differenze di temperatura, le quali generano dei moti convettivi, e si trovano a quote più basse, essendo più dense delle zone chiare, più elevate. Le zone chiare sono formate da cristalli di ammoniaca ghiacciata. Fasce e zone non sono le sole strutture visibili sul pianeta Giove, infatti si possono osservare anche macchie ovali, festoni, piume ed onde. Le tonalità dei colori prevalenti sono pastello, mentre altre sono anche molto vivaci. Prescindendo dalle fasce e dalle zone, la maggior parte delle formazioni visibili su Giove hanno una durata limitata, di solito di alcune settimane oppure alcuni mesi.

Quantunque le formazioni nuvolose osservate sul disco di Giove abbiano una durata limitata, in generale durano abbastanza per consentire di misurare i periodi di rotazione. Tali misurazioni rivelano che su Giove esistono due sistemi di rotazione distinti. La zona equatoriale, che si estende fino alla latitudine 10° nord e sud, forma il cosiddetto Sistema I e ruota ad una

velocità di 360 Km/h, maggiore rispetto al resto del pianeta, che forma il Sistema di rotazione II. Nessuno dei due sistemi presenta una rotazione uniforme, ma sono stati assegnati due periodi di rotazione standard: per il Sistema I, 9 ore 50 minuti e 30 secondi; per il Sistema II, 9 ore 55 minuti e 40 secondi. Per i pianeti gassosi come Giove si parla perciò di rotazione fluida, o differenziale. In generale, i particolari della morfologia di Giove presentano pure delle variazioni in longitudine, perché non ruotano esattamente alla velocità standard. Il periodo di rotazione reale può essere calcolato facilmente da un transito al successivo sul meridiano centrale. Per la maggior parte delle formazioni nuvolose gioviane i periodi di rotazione non sono costanti, ma variano nell'intervallo della loro durata. L'esistenza di questi periodi di rotazione diversi, in particolare quello del jet equatoriale che costituisce il Sistema I, dimostra in modo conclusivo che la superficie visibile di Giove non è affatto solida. Le immagini dei Voyager rivelano un pianeta dai moti atmosferici complessi. Le macchie si inseguono l'una dopo l'altra, si incontrano, vorticano, si mescolano e si separano; strutture di filamenti si avvolgono a spirale; sistemi di nuvole a pennacchi si inseguono ai margini fra le bande e le zone. Tutto si svolge in un incredibile alternarsi di colori, trame e movimenti. I grandi ovali bianchi e la grande Macchia Rossa scivolano pure lungo le rispettive latitudini. Le macchie più grandi possono ridursi lentamente e la Macchia Rossa stessa cambia ampiezza e colore. La formazione più vistosa e

permanente della superficie visibile di Giove è però la grande Macchia Rossa, osservata fin dagli albori dell'astronomia telescopica, che è un'area anticiclonica ovale. Essa è osservabile già con telescopi dal diametro di soli 8-9 cm. Fra il 1880 e il 1890 era lunga circa 385.000 Km, larga 13.800 Km ed aveva una superficie pari a quella della Terra. E' stata vista in passato di colore rosso mattone, ma a volte diventava molto più chiara, rosa salmone, tuttavia è rimasta sempre riconoscibile per il suo buco tipico. La macchia ha una temperatura inferiore a quella dell'ambiente circostante e al di sopra di essa vi è meno gas. Queste differenze dimostrano che si estende per 8 Km al di sopra della superficie delle nubi circostanti. Si è osservato che al centro della macchia sale del materiale, che si muove verso l'esterno e ridiscende poi al bordo. Durante il suo moto verso l'esterno il materiale si muove per qualche tratto anche intorno alla macchia in senso antiorario. Il carattere più notevole della macchia è che pare non essere fissata ad una superficie solida sottostante.

Il problema della struttura interna di Giove, come lo comprendiamo noi oggi, ha inizio nel lavoro dei fisici americani nel 1935. Giove è un pianeta essenzialmente formato da idrogeno ed elio. L'idrogeno è l'elemento più diffuso nel sistema solare, nelle stelle e nello spazio interstellare. Il campo gravitazionale di un pianeta gigante come Giove è tale da poter trattenere un'atmosfera ad idrogeno. Il secondo posto per abbondanza nell'universo spetta all'elio, pertanto è naturale aspettarsi la presenza di elio in questo

pianeta gassoso. In passato, taluni scienziati pensavano che Giove fosse una stella mancata, poiché assomigliava al Sole per la sua composizione, ma non sono mai stati possibili nel suo interno i fenomeni termonucleari propri delle stelle, essendo la sua massa non abbastanza grande. Secondo una ipotetica ricostruzione recente della struttura interna di Giove, il suo nucleo sarebbe solido, formato da roccia e ghiaccio, circondato da uno strato di idrogeno metallico. Lo strato successivo, quello esterno, dovrebbe essere composto da una miscela di idrogeno ed elio.

A circa 56.000 Km sopra delle nubi del pianeta, la sonda Voyager 2 ha fotografato un sottile sistema di anelli, spesso non più di 30 Km, ma esteso per migliaia di chilometri in senso radiale. Il bordo esterno è abbastanza netto, quello interno è incerto. Oltre l'anello, orbitano 16 satelliti: Metis, Adrastea, Amaltea, Tebe, Io, Europa, Ganimede, Callisto, Leda, Himalia, Lisitea, Elara, Anake, Carme, Pasifae e Sinope.

I satelliti più spettacolari sono però quelli medicei scoperti nel 1610 da Galileo Galilei: Io, Europa, Ganimede e Callisto. Un semplice binocolo consente già di distinguere attorno a Giove questi quattro satelliti principali. Un telescopio di 8 cm di diametro permette già di seguire le occultazioni e le eclissi dei quattro satelliti. Si assiste ad un'eclisse quando i satelliti scompaiono inghiottiti dal cono d'ombra dietro il pianeta, mentre si ha un'occultazione quando vengono coperti da Giove prima di sparire nell'ombra. Con lo stesso telescopio si

potrà vedere anche l'ombra proiettata dai satelliti sulle nubi di Giove, ma occorre superare i dieci centimetri di diametro per poter osservare pure il satellite che passa sul disco di Giove. Uno spettacolo eccezionale consiste nel vedere contemporaneamente il satellite illuminato dal Sole che brilla sullo sfondo del cielo e la sua ombra proiettata sul pianeta. Anche con un telescopio più potente non si vedranno gli altri satelliti, troppo piccoli per poter essere visti con telescopi amatoriali.

Il più spettacolare dei satelliti galileiani è Io, per i suoi colori vivi che lo fanno distinguere da ogni altro corpo celeste. E' il corpo geologicamente più attivo del sistema solare. Ha un diametro di 3640 Km e la sua densità è di 3,5 g/cm³; valori pressoché identici a quelli lunari. Agli inizi del '900 si era già capito che Io doveva presentare delle peculiarità, infatti E. Barnard aveva scoperto che possedeva calotte polari rosse. Le fotografie di Io trasmesse dalla sonda Voyager 1 sono tra le più interessanti dal punto di vista scientifico, infatti rivelarono che esso è molto diverso dalla Luna, che ha una superficie molto antica, coperta da crateri da impatto; quella di Io è invece una superficie giovane, manca di crateri da impatto e possiede numerosi centri vulcanici, dai quali si irradiano colate di lava. Le regioni equatoriali di Io sono piane, senza rilievi verticali superiori ai 1000 metri, con alcune scarpate e strette valli con pareti a strapiombo. Vicino ai poli i terreni sono più irregolari: ci sono pochi vulcani, ma un certo numero di rilievi alti anche parecchi chilometri. Vi sono aree alte che sembrano stratificate

e testimoniano i processi erosivi che hanno portato gli strati sovrapposti lungo le scarpate. Queste scarpate si sono potute originare dallo zolfo liquido oppure dall'anidride solforosa che hanno corrosa la superficie dal di sotto, come avviene sulla Terra per effetto della infiltrazione d'acqua. Le caratteristiche più mutevoli della superficie di Io sono le strutture circolari o ovali che circondano i grandi vulcani. La prima fu individuata attorno al vulcano Prometeo, larga 300 Km, di colore bianco. Più spettacolare è lo zoccolo del vulcano Pelè, di dimensioni pari a 700×1000 Km. Questi anelli concentrici segnano la posizione ove ricadono i materiali emessi dalle eruzioni, che alimentano fontane di ceneri e lapilli, composti probabilmente da zolfo o anidride solforosa. Il Voyager 1 scoprì otto eruzioni vulcaniche giganti su Io, con pennacchi che si sollevavano ad altezze comprese fra i 70 e i 280 Km. Per raggiungere simili quote, il materiale eiettato dai condotti vulcanici doveva avere velocità comprese tra i 300 e i 1000 metri al secondo; assai maggiori rispetto alle più alte velocità di eiezione dei vulcani sulla Terra. Io compie una rivoluzione in 1,76 giorni terrestri.

Europa ha un diametro di 3130 Km, è più piccolo della Luna solo del 15%. La sua densità è di 3,0 g/cm³, indice di una composizione essenzialmente rocciosa. Al telescopio è estremamente luminoso, perché ha una superficie composta da ghiaccio d'acqua, altamente riflettente. Dalle foto trasmesse a terra dai Voyager si nota la superficie liscia ed uniforme, solcata solamente da alcune strutture lineari, lunghe anche 3000 Km. Si è

osservato anche un tipo di terreno più scuro, rugoso, pure disseminato da macchie e crateri da impatto. Europa compie una rivoluzione in 3,55 giorni attorno a Giove.

Ganimede è il più grande dei satelliti galileiani, ha un diametro di 5270 Km ed una densità di 1,9 g/cm³. La sua densità indica una composizione interna dovuta per circa metà a materiali rocciosi (silicati) e per metà all'acqua. Ganimede appare come una sfera liscia di color grigio-bruno, cosparso di crateri, molto più simile alla Luna di quanto non lo siano Io ed Europa. Appena metà della superficie di Ganimede è coperta di ghiaccio, l'altra parte è coperta da polvere proveniente dall'esterno. I crateri presenti sono in numero assai minore rispetto alla superficie lunare, ciò fa supporre che la superficie si sia rinnovata, tanto da cancellare la maggior parte dei crateri più antichi. Le aree più scure sono terreni formati da un'attività geologica precedente, mentre le zone chiare, ove esistono montagne e valli, sono relativamente recenti. Ganimede compie una rivoluzione in 7,15 giorni attorno a Giove.

Callisto è il più esterno ed il meno attivo dei quattro satelliti galileiani, è un mondo freddo, che mostra cicatrici di innumerevoli impatti meteoritici, ma nessun segno di attività interna. E' meno denso di Ganimede, quindi dovrebbe essere composto in gran parte da acqua, tuttavia non presenta quasi alcuna traccia di ghiaccio, a causa della maggiore antichità superficiale. La polvere nera che ricopre l'intera superficie spiega perché Callisto sia il

più scuro dei satelliti medicei. Dalle foto della sonda Voyager 2 si nota come questo satellite sia fittamente coperto di crateri, segno di inattività geologica. Il Voyager 2 ha fornito una densità di $1,8 \text{ g/cm}^3$ ed un diametro di 4848 Km. Callisto è il più lento dei satelliti galileiani, completa un'orbita in 16,68 giorni.

Oltre l'orbita di Callisto si muovono altri satelliti ed i quattro più esterni ruotano attorno a Giove in senso opposto rispetto a tutti gli altri. Questi piccoli corpi, nessuno dei quali supera i 50 Km di diametro, è possibile che siano asteroidi catturati, giacché sono tutti rocciosi. E' improbabile che il censimento dei satelliti di Giove sia completo, perciò si pensa che nuovi satelliti irregolari con diametri inferiori a 10 Km potranno essere scoperti in esplorazioni future.