

PIANETI GIOVANI / ESTERNI / GIGANTI / GASOSI

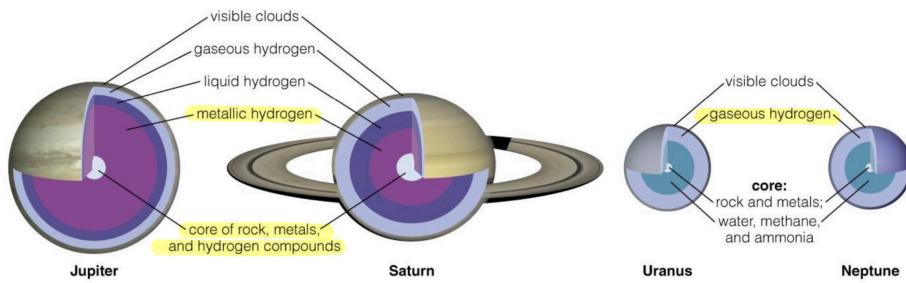
Hanno masse elevate $\text{M} \approx 10^{29} \text{ gr}$, la massa di Giove è maggiore dello somma di quelle degli altri pianeti giganti.

Hanno **anelli** e molte **lune e satelliti**. La loro composizione è totalmente diverso da quello dei pianeti terrestri (7% He, 90% H e il resto CH₄, NH₃...). L'energia ricevuta dal pianeta è maggiore di quella assorbita.

Sono privi di una superficie solida, hanno **basse densità e campi magnetici molto intensi**.

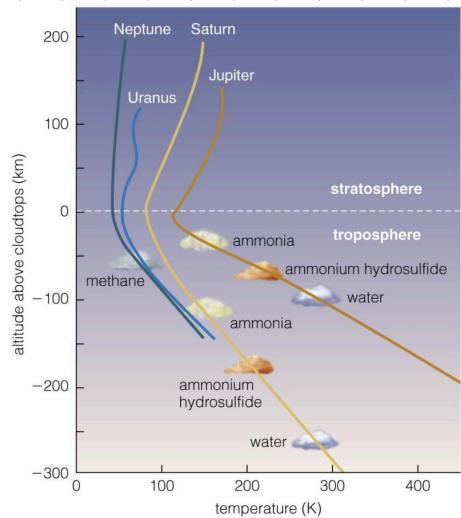
Dimensioni → se si aggiunge massa ad un pianeta gassoso gli strati sottostanti si comprimono quindi il raggio non aumenta di molto

Densità → Urano e Nettuno sono più densi di Saturno perché contengono in proporzione meno H/He. Tale spiegazione non è valida nel caso di Giove



Composizione interna simile con core ($\approx 10 M_{\oplus}$) di composti dell'idrogeno, metalli e rocce. Le minori pressioni su Urano e Nettuno indicano l'assenza di idrogeno metallico.

Atmosfera → i pianeti giovani presentano strati di nuvolosissimi a quelli di Giove i diversi colori sono dovuti alla diversa composizione chimica



Giove = rosso e marrone (NH₃, composti dello zolfo, CH₄)

→ solfato di ammonio (NH₄SH) riflette rosso / marrone, NH₃ strati alti e freddi riflette il bianco

Saturno = rosso e giallo-marrone (NH₃, zolfo, CH₄)

Uranio = blu (principalmente da CH₄ gassoso)

Nettuno = blu (CH₄ gassoso) → assorbe la luce rossa e riflette la blu

GIOVE → - 5° pianeta dal Sole, più grande del 33 - ha oltre 60 lune e 2 anelli (5 lune interne, molte lune esterne e 4 lune molto grandi: Io, Europa, Ganymede, Callisto)

$$M = 1.90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

$$\rho = 1.314 \text{ g/cm}^3$$

$$R = 7.15 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$a = 7.78 \cdot 10^7 \text{ km} \approx 5.2 \text{ UA}$$

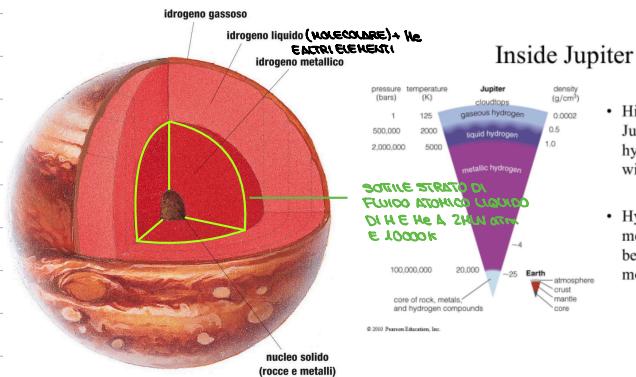
$$P_{\text{rot}} = 9.8 \text{ h}$$

$$P_{\text{rev}} = 11.86 \text{ g}$$

$$\text{albedo} = 0.44$$

$$\text{gravità} = 2.5 \text{ g}$$

INTERNO DI GIJU



→ dominato da un nucleo con $r \approx 15.000 \text{ km}$ composto

probabilmente da silicati di Fe a $T \approx 20 - 30.000 \text{ K}$

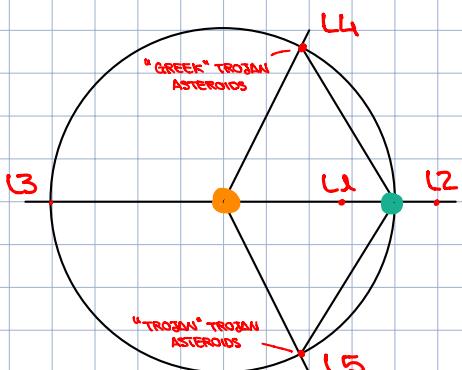
Attorno al nucleo c'è un invento di idrogeno metallico che a causa della rapida rotazione genera un forte campo magnetico. Sopra di esso vi è un'oceano di idrogeno molecolare liquido, He e altri elementi.

CAMPIONE DI GIJU

→ l'attrazione gravitazionale di Giuse è molto forte a causa della sua notevole massa ($\approx 318 \text{ M}_\oplus$) "spulcisce" da dentro che altrimenti rischierebbero di colpire i pianeti interni. La sua forza di gravità ha contribuito alla formazione del Sistema Solare.

→ se la massa di Giuse fosse 80 volte più grande il nucleo raggiungerebbe la temperatura necessaria per innescare le reazioni Termonucleari e diventare dunque una protostella (limite minimo $1.59 \cdot 10^{29} \text{ kg} \approx 0.08 \text{ M}_\odot$)

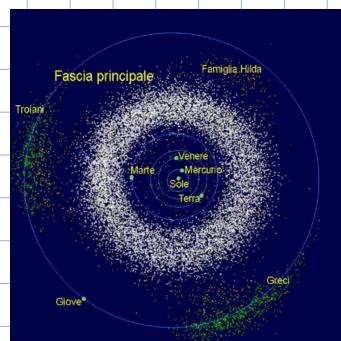
L'azione combinata dei campi di Gravità e Sole stabilizza le orbite di due gruppi di asteroidi detti **Troiani** insediati in corrispondenza di alcuni punti di equilibrio del sistema gravitazionale Sole - Giuse, i **PUNTI DI LAGRANGE**, in cui l'attrazione complessiva è nulla.



Il massore aderimento

si ha in corrispondenza

dei punti L4 e L5 (che rispettivamente precedono e seguono di 60° Giuse nel suo tragitto orbitale) poiché il triangolo di forze Sole - Giuse - L4 o Sole - Giuse - L5 permette loro di avere un'orbita stabile [semiasse maggiore medio 5.2 UA, resonanza 1:1 con Giuse]



PUNTI LAGRANGIANI

→ Lagrange tentò di risolvere il problema dei tre corpi ipotizzando di considerare trascurabile la massa del terzo corpo rispetto agli altri due. Le soluzioni sotto questo ip sono i punti di Lagrange in cui le forze agenti sul corpo minore si bilanciano creando una situazione di equilibrio. Sono cinque (L1, L2, L3, L4 e L5): i primi tre si trovano sulla retta che congiunge i due corpi maggiori mentre gli altri due fondono insieme al secondo corpo seguendo la sua orbita rispettivamente con un anticipo e un ritardo di 60° .

→ L4 e L5 sono molto utilizzati astonomicamente in quanto identificano gli unici punti in cui si possono situare corpi minori per condividere stabilmente l'orbita di un corpo più grande.

I punti lagrangiani vengono utilizzati nel **posizionamento dei satelliti artificiali** nel sistema Terra-Luna o **telescopi spaziali** nel sistema Sole-Terra.

Altre caratteristiche di Giove:

- responsabile delle **locule di Kirkwood** nella fascia degli asteroidi
- principale causa dell'**intenso bombardamento tardivo** nelle prime fasi di formazione del Sistema Solare
- **COMETE GIUVIANE** = gruppo di comete i cui semiassi maggiori delle orbite sono inferiori a quello del pianeta, formatesi nella fascia di Kuiper ma la cui orbita è stata perturbata da Giove
- grazie al suo intenso campo gravitazionale attira la maggior parte degli ossequi vaganti \Rightarrow pianeta con la **maggior frequenza di impatti** dell'intero Sistema Solare

MISSIONI SU GIOVE \rightarrow - PIONEER 11 (1973) = immagini di Giove e del GPS

- VOYAGER 1 (1977) = immagini + info sulle varie lune

- VOYAGER 2 (1979) = si scopre che Jo ha vulcani attivi

- GALILEO (1989) = entra nell'atmosfera di Giove

- FLY-BY SONDA CASSINI-HUYGENS (2000)

- JUNO (attivo nel 2016, ancora in orbita)

MISSIONE JUNO (*Jupiter Near-polar Orbiter*)

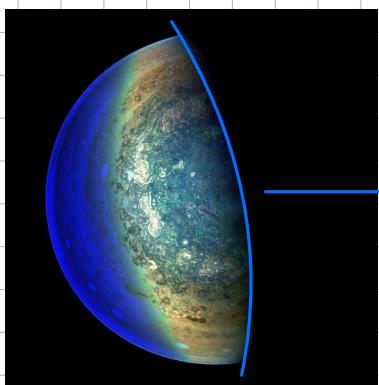
Obiettivi principali \rightarrow - capire **proprietà strutturali e dinamiche** misurando la massa e le dimensioni del nucleo e dei campi gravitazionale e magnetico

- misurare la **composizione dell'atmosfera**, il proprio termico, il proprio di velocità dei venti e l'opacità delle nubi a profondità masson.
- investigare la **struttura della magnetosfera**.

strumento italiano JIRAN (*Jovian Infrared Auroral Mapper*): uno spettrometro per studiare gli strati superiori dell'atmosfera gioviana cercando CH₄, vapore H₂O, NH₃ e fosforo e le corrie ai poli.

RISULTATI \rightarrow le **corrie** - venti vorticosi che raggiungono la velocità di 400 km h^{-1} - si estendono fino alle profondità di $\approx 3000 \text{ km}$ (= strato superiore alle precedenti) \Rightarrow revisione dei modelli dell'atmosfera gioviana!

In prossimità dei poli vi sono due **cicloni** stazionari circondati da strutture vorticosi



\rightarrow immagine scattata durante un fly-by, si osservano i vortici in formazione dietro al polo sud in movimento verso la zona equatoriale (colori accentuati)

TERMINATORE o ZONA CREpuscolare = linea immaginaria che separa il lato diurno da quello notturno

- L'atmosfera di Giove costituirebbe l'1% della sua massa totale (valore più elevato del previsto) → massa pari a $3 M_{\oplus}$
- Asimmetria del campo gravitazionale del pianeta
- Sotto lo strato dei venti veloci il gas ruota come un **corpo unico**, quasi come se fosse un solido

SATURNO → - 2° pianeta più grande del Sistema Solare, è 10 volte più grande della Terra



- anelli molto sviluppati
- ha circa 150 lune
- è il meno denso e più schiacciatto tra tutti i pianeti

$$M = 95.2 M_{\oplus}$$

$$R = 9.45 R_{\oplus} = 60400 \text{ km}$$

$$\rho = 0.69 \text{ g cm}^{-3}$$

$$P_{\text{rot}} = 10^h 39^m$$

$$P_{\text{rw}} = 29 \text{ y}$$

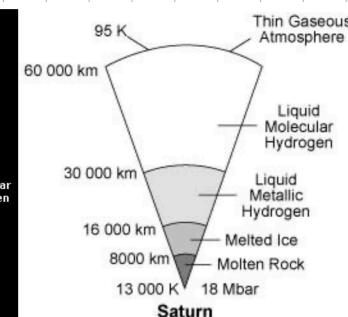
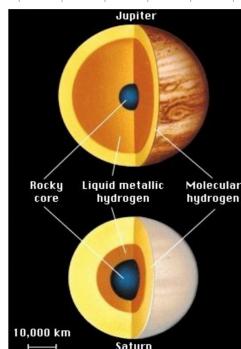
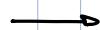
$$g = 9.0 \text{ m s}^{-2}$$

$$a = 9.537 \text{ AU}$$

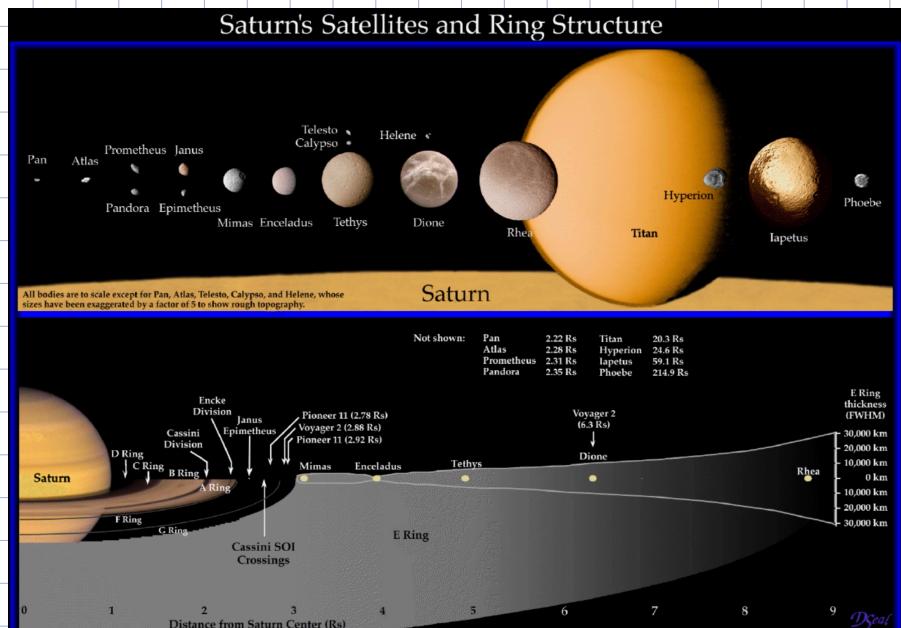
$$\text{albedo} = 0.47$$

Nell'atmosfera di Saturno sono presenti forti venti che arrivano fino a 1800 km h^{-1} . La sua superficie ha molte analogie con quella di Giove ma i colori sono meno contrastati a causa della temperatura minore (più lontano dal Sole ma anche più piccolo e con meno calore interno ⇒ reazioni chimiche diverse). Sono presenti anche delle celle orizzontali alimentate da una fonte di calore interno.

STRUTTURA INTERNA



Saturn's Satellites and Ring Structure



ANELLI DI SATURNO

Cominciano a 6000 km dalla superficie e si estendono fino a 120000 km. Le dimensioni delle particelle variano dai cm ai km e sono ricoperte di ghiaccio con tracce di minerali silicatici e carbonatici. Ci sono quattro gruppi principali e tre più deboli, separati da gap chiamati divisioni.

MISSIONI SU SATURNO

- - PIONEER 11 (1973) = immagini + scoperta di nuovi anelli e lune
- ↓
- VOYAGER 1 (1977) = immagini delle lune
- VOYAGER 2 (1977) = immagini delle lune
- CASSINI (1997) = studi delle lune, anelli e atmosfera + sonda su Titano

MISSIONE CASSINI - HUYGENS (ESA + NASA + ASI)

Orbita Cassini + sonda Huygens su Titano, uno delle più grandi, pesanti e complesse strutture spaziali. Compie diversi flyby per acquisire l'energia necessaria per raggiungere Saturno.

Fa diverse orbite attorno Saturno utilizzando flyby ravvicinati su Titano per assistenza gravitazionale massimizzando la raccolta dati e minimizzando l'utilizzo di carburante.

25 DIC 2004 → rilascia la sonda Huygens su Titano. Durante lo discesa di 2h 30" misura pressione, temperatura e densità della sua atmosfera

⇒ TITANO → rotazione sincrona con Saturno, composto da rocce e ghiacci stratificati + denso atmosfera di N₂ (98.4%) e CH₄ (1.6%) con forti venti e una temperatura vicina al punto triplo del CH₄ + laghi di idrocarburi e attività terremotica + eruzioni

→ Risultati missione Cassini (Grand Finale con vaporizzazione in atmosfera):

- sistema di correnti elettriche fra gli anelli interni e l'atmosfera. I flussi di elettroni assumono la forma di Torri Faradai
- nuovo pacchetto radiativo composto da particelle energetiche
- 7 nuovi satelliti
- sottile atmosfera + oceani di H₂O ghiacciato su Encelado
- misura estremo sottigliezza del sistema di anelli (10m)
- allineamento quasi perfetto dell'asse magnetico con l'asse di rotazione (genesi diversa da \oplus)