

SATELLITI DI GIOVE → Giove possiede 67 satelliti che possono essere suddivisi in base alle proprietà orbitali in satelliti interni ed esterni.

- **SATELLITI INTERNI** = gruppo di Amalthea, gruppo di Iomia e satelliti galileiani + Temisto. I **gruppi** sono composti da satelliti con parametri fisici e orbitali simili.
- **SATELLITI ESTERNI** = tutti di piccole dimensioni, quelli con parametri orbitali simili possono essere raggruppati in **Tre famiglie**, tutte con moto retrogrado + 3 satelliti senza famiglia

GRUPPO DI AMALTHEA → insieme dei **satelliti naturali più interni** di Giove, le cui orbite si situano al di sotto di quelle dei satelliti medici. Sono:

- **METIS** = satellite più interno di Giove in assoluto la cui orbita è in costante decalogo a causa delle forze mareali esercitate dal pianeta. Destinato a precipitare sul pianeta
- **AORASTHEA** = prima satellite ad essere stato scoperto, anche la sua orbita è in decalogo
- **AMALTHEA** = più grande dei quattro. È l'oggetto più rosso del Sistema Solare in quanto emette più calore di quanto ne riceva (carriera elettriche indotte da Giove nel suo nucleo ferromagnetico?). Risonanza di spin-orbita.
- **THERE** = satellite più esterno del gruppo di Amalthea, presenta 3-4 volte di dimensioni planetarie (stesso ordine di grandezza del rosso del satellite). Risonanza di spin-orbita.

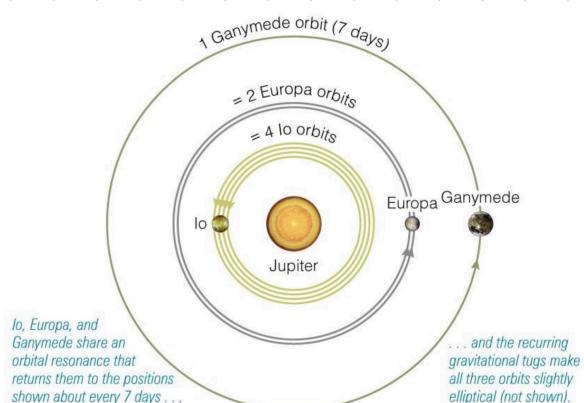
SATELLITI GALILEIANI → 4 satelliti principali scoperti da Galileo nel 1610.

Sono Io, Europa, Ganimede e Callisto
→ Tutte le loro orbite stanno su un piano. La densità decresce con la distanza da Giove, la loro densità media è minore di quella terrestre.

Io, Europa e Ganimede sono in **risonanza orbitale** ($1:2:4$) e quasi tutte le lune sono in **rotazione sincrona** (mostrano sempre lo stesso lato).

Hanno una grande quantità di ghiaccio d'acqua.

→ **RISONANZA ORBITALE** → ogni 7 giorni Io, Eu e Ga si allineano



La risonanza $T_1 = 1$, $T_2 = 2$, $T_3 = 4$ è una risonanza di moto medio detta

RISONANZA DI URANUS del tipo

$$\lambda_1 - 3\lambda_2 + 2\lambda_3 = 180^\circ$$

scrivere un problema a quattro corpi (Io, Eu, Ga e Giove). Dovendolo

$$n_1 - 3n_2 + 2n_3 = 0 \quad [\text{termini di moto medi}]$$

che può essere risolto come

$$n_2 - 2n_2 = n_2 - 2n_3 \quad \text{che significa}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 42.5h, T_3 = 85h, T_1 = 170h$$

$$n_1 - 2n_2 = 0.739469091 \quad n_2 - 2n_3 = 0.739469092 \quad [\text{gradi / giorno}]$$

Quando Europa e Ganimede sono in congiunzione

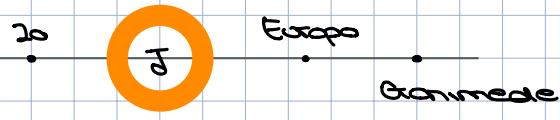
Io si trova in opposizione

Eu + Gio in congiunzione significa

$$\lambda_2 = \lambda_3 \Rightarrow \lambda_1 = 180^\circ + \lambda_2$$

Io + Gio in congiunzione significa

$$\lambda_1 = \lambda_3 \Rightarrow \lambda_2 = \lambda_1 - 60^\circ$$



A causa di tale risonanza le forze mareali esercitate da Giove su Io ne provocano il vulcanesimo + effetti mareali su Europa

Esiste un'altra risonanza in corso di formazione tra Ganimede e Callisto

STRUTTURA INTERNA → Io, Europa e Giove hanno interno differenziato con un nucleo metallico solido + mantello di silicati

Callisto invece ha un interno di ghiaccio e roccia parzialmente differenziato con uno strato esterno ricco di ghiaccio

CALLISTO → densità di circa 1.86 g cm^{-3} , non ha una struttura interno ben definita ma vi è una parziale stratificazione con la percentuale di roccia che aumenta avvicinandosi al centro (40% ghiaccio, 60% roccia e ferro)

Presenta molti crateri: quelli più grandi sembrano circondati da una serie di anelli concentrici (= screpolature isolate del movimento del ghiaccio?)

→ diametro maggiore Volturna ($d \approx 3800 \text{ km}$)

GANIMEDE → lo più grande luna del Sistema Solare e la più estesa superficie ghiacciata.

Ha un interno molto differenziato con un probabile core metallico, un forte campo magnetico ed una propria magnetosfera. Vi è inoltre un campo magnetico indotto suggerisce la presenza di uno strato di H_2O liquido sotto la superficie [MAGNETOMETER DATA]

È formato da ghiaccio e roccia. Sulla superficie si individuano due diverse tipologie di terreno:

- regioni scure = articolate + molti crateri
 - regioni chiare = più recenti + scorrimenti e crateri
- ⇒ ancile tectonica dovuta ai movimenti di rialzamento e riabbassamento della crosta ghiacciata del satellite

Crateri più recenti = struttura a raggiera, più piatti e meno pronunciati di quelli lunari probabilmente a causa dell'assenza della roccia sulla superficie

Formazione principale = pianeta scuro chiamato Galleo Regio

EUROPA → possibile presenza di H_2O liquido sotto la crosta di ghiaccio (ha un campo magnetico ⇒ deve esserci H_2O liquido solido)

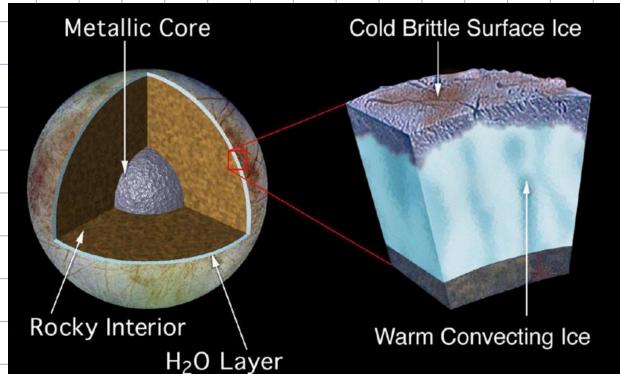
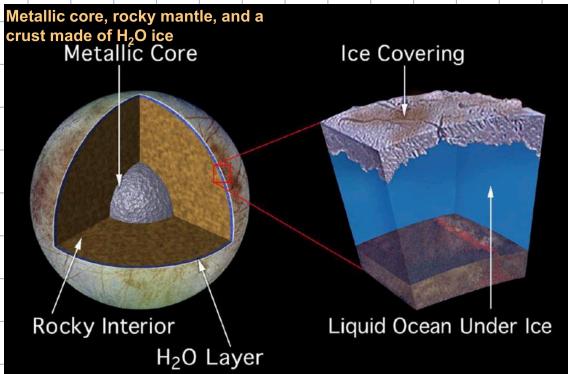
Sono evidenti continui movimenti della crosta ghiacciata quindi non si ha presenza di crateri. L'intensa interazione gravitazionale con Giove può generare colpi interni potenzialmente responsabili

dell'attività geologica. Le fratture sulla crosta potrebbero essere dovute alle forze mareali.

Ice rafts = segmenti fratturati della crosta ghiacciata con aree aperte (fusione di ghiaccio) + aree con creste (movimenti tettonici)



STRUTTURA INTERNA DI EUROPA



Ipotesi: strato di oceano liquido

H_2O + strato di ghiaccio

→ più accreditata

→ sono stati osservati sbuffi (plumes) di vapore acqueo quando Europa si trova all'apice tra il rispetto a Gjoule (= stress gravitazionale più forte)
Quando si aprono le fratture si aprono, quando si aprono fuoriesce H_2O [viste di polo sud]

Ipotesi: interno ghiacciato convettivo

+ sottile strato superficiale

Calore interno di Europa → TIDAL HEATING: Europa è attirata da Gjoule

ma è anche trattenuta da Io, Ganimede e Callisto. Senza questo ingabbiamento morsale, Europa sarebbe simile a Callisto (geologicamente morto)

10 → interno attivato vulcanico lo cui energia deriva probabilmente dalle forze di marea sprigionate dall'interazione di Gjoule e delle altre lune. Queste forze lo fanno oscillare causandone allungamenti e contrazioni ($\Delta L \approx 100$ m) e generano calore a causa della pressione interna.

Sulla superficie vi sono anche montagne non vulcaniche, loschi di zolfo fuso, caldere profonde km e calore di fluidi a bassa viscosità. La sua composizione è molto simile a quella dei pianeti terrestri (roccia silicea fusa) + nucleo peritoso del raggio di 900 km.

Non presenta crateri da impatto a causa della superficie molto ghiacciata. Vi sono plumes probabilmente di SO_2 (tipo geyser).

2 tipi di vulcani → - eruttivi (Terra = Vesuvio)

- effusivi (Terra = Etna)

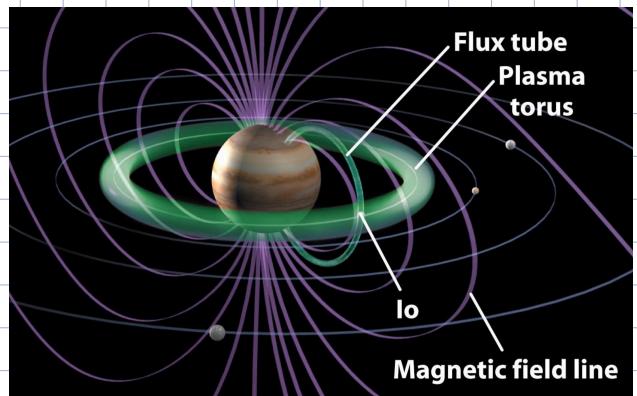
Le vulcani marci visibili con osservazioni in IR ($\sim 1500^{\circ}C$ lava basaltica)

Non si ha presenza di acqua. Nel corso delle eruzioni si hanno vere

e proprie variazioni della composizione superficiale: emissioni di zolfo + neve di SO_2 + depositi freschi. \rightarrow si ritiene nel lungo termine

INTERNO DI IO $\rightarrow \rho \approx 3.55 \text{ g cm}^{-3}$, core ferroso + mantello fluido + sottile cratere di silicati.

Io è sottoposto ad una forte azione del campo magnetico di Giove, si trova immerso in un toro di particelle caricate (TORO DI PLASMA). Le interazioni tra toro e J gioviano producono forti emissioni radio.



\Rightarrow NEI SATELLITI GALILEIANI LA FONTE PRIMARIA DEI PROCESSI GEOFISICI È L'AZIONE NAREALE DI GIOVE \rightarrow non forza abbastanza da distruggere [strumenti + schiacciamimenti] il satellite ma abbastanza intensa da controllarne la geologia

THEMISTO \rightarrow poche informazioni, si trova a metà tra i satelliti medici e il gruppo di Himalia.

Le altre lune di Giove sono più piccole e hanno forme irregolari, orbite molto ellittiche e non sul piano delle lune galiliane. Alcuni sono rotti, altri sono sfiancati.

GRUPPO DI ANAKE \rightarrow formate da lune che condividono orbite simili con semiasse maggiore che varia da 19.3 a 22.7 min di km con inclinazioni molto alte ed eccentricità da 0.02 a 0.28. Orbite tutte retrograde.

GRUPPO DI CARNE \rightarrow semiasse mag 22.9 - 26.1 min km
inclinazioni $164.9^\circ - 165.5^\circ$ + eccentricità 0.23 - 0.27
Tutte orbite retrograde

GRUPPO DI PRINCIPE \rightarrow centri su semiasse maggiore di 23.624.000 Km con inclinazioni di $\approx 151.4^\circ$ e eccentricità tra 0.156 e 0.432. Data la sua evidente dispersione potrebbe trattarsi di un antico gruppo di satelliti in fase di progressiva disgregazione oppure un raggruppamento di corpi privi di origine comune.