

Giapeto, che si muove sulla stessa orbita con la velocità di equilibrio V_{Gi} , in un tempo più o meno breve, raggiunge la nube di materiali leggeri in orbita, che si deposita così sull'emisfero anteriore del satellite.

In definitiva, con questo meccanismo, viene realizzato il trasferimento dei materiali leggeri dall'emisfero posteriore a quello anteriore.

Se si considera che il moto di rotazione è SINCRONO, il trasferimento avviene sempre tra le stesse superficie, per cui quella posteriore sarà sempre più ricca di materiali pesanti, mentre quella anteriore sarà più ricca di quelli più volatili.

Questo processo spiega la differente luminosità dei due emisferi di Giapeto.

L'energia specifica che si trasferisce sulla superficie del satellite **Titano** vale circa **10500 volte** quella di Giapeto.

Del resto, il nucleo rotante di Titano, nel Sistema Solare, risulta secondo solo a quello terrestre e dunque l'energia che, con la rotazione sviluppa è notevole, precisamente **1,95%** di quella della Terra.

Bisogna però tenere presente che, in questo caso, abbiamo materiali con densità molto bassa in uno spazio con bassa azione gravitazionale, per cui i fenomeni che si producono, a parità di energia in gioco, risultano molto più vistosi di quelli terrestri.

Inoltre, il rapporto tra la componente di marea e quella gravitazionale della accelerazione, nel caso del satellite Titano risulta circa **1530 volte** maggiore di quella presente sulla Terra.

Per effetto della rotazione sincrona, le maree producono i loro effetti sempre nello stesso punto con conseguente accumulo di materiali più fluidi. Questo contribuisce a produrre fenomeni sempre più vistosi.

5 – Giove : sono noti i seguenti dati :

$$m_G = 1899,4 \cdot 10^{24} K_g ; K_G^2 = 126739174 \frac{K_m^3}{\text{sec}^2} ; R_{NGS} = 23332686 K_m$$

il raggio della sfera rotante che sostiene il moto di rivoluzione vale :

$$r_{G0} = \left(\frac{m_G}{m_S} \right) \cdot R_G$$

sostituendo i valori numerici, si ricava :

$$r_{G0} = \left(\frac{1899,4 \cdot 10^{24}}{1,9891 \cdot 10^{30}} \right) \cdot 778,4 \cdot 10^6 K_m = 743297 K_m > 71492 K_m$$

non si ha nucleo rotante interno e quindi il pianeta ruota direttamente nello spazio rotante solare.

Calcolando il punto neutro ed il raggio della sfera rotante dei satelliti più vicini al pianeta, si ricava :

Metis – $R_{NMeG} = (5,03 \cdot 10^{-11})^{\frac{1}{2}} \cdot 127960 K_m = 0,907 K_m \ll 20 K_m$

$$r_{Me0} = 6 \cdot 10^{-6} K_m \ll 20 K_m$$

Adrastea – $R_{NAG} = (1,01 \cdot 10^{-11})^{\frac{1}{2}} \cdot 128980 K_m = 0,410 K_m \ll 10 K_m$

$$r_{A0} = 1,3 \cdot 10^{-6} K_m \ll 10 K_m$$

Amaltea – $R_{NAmG} = (3,77 \cdot 10^{-9})^{\frac{1}{2}} \cdot 181000 K_m = 11,11 K_m < 70 K_m$

$$r_{Am0} = 6,8 \cdot 10^{-4} K_m \ll 70 K_m$$

Tebe – $R_{NTG} = (4,09 \cdot 10^{-10})^{\frac{1}{2}} \cdot 221900 K_m = 4,49 K_m < 50 K_m$

$$r_{T0} = 9,07 \cdot 10^{-5} K_m \ll 50 K_m$$

Io – $R_{NI G} = (47 \cdot 10^{-6})^{\frac{1}{2}} \cdot 421600 K_m = 2890 K_m > 1815 K_m$

$$r_{I0} = 19,82 K_m < 1815 K_m$$

Europa – $R_{NEG} = (253 \cdot 10^{-7})^{\frac{1}{2}} \cdot 670900 K_m = 3375 K_m > 1565 K_m$

$$r_{E0} = 16,97 K_m < 1565 K_m$$

Ganimede – $R_{NGaG} = (78 \cdot 10^{-6})^{\frac{1}{2}} \cdot 1070000 K_m = 9450 K_m > 2634 K_m$
 $r_{Ga0} = 83,46 K_m < 2634 K_m$

Callisto – $R_{NCG} = (567 \cdot 10^{-7})^{\frac{1}{2}} \cdot 1883000 K_m = 14179 K_m > 2403 K_m$
 $r_{C0} = 106,8 K_m < 2403 K_m$

Tutti i satelliti fino a Tebe presentano il punto neutro interno e quindi perdono massa dalla loro superficie rivolta verso Giove. I materiali che vengono così liberati "cadono" lentamente sul pianeta, formando tutta una serie di anelli che si estendono da Tebe fino alla superficie del pianeta.

A differenza di Saturno, in questo caso, i satelliti che alimentano gli anelli hanno dimensioni molto ridotte e quindi risultano molto poveri di materiali e poco visibili.

Tutti gli altri satelliti hanno punto neutro esterno e dunque risultano stabili. Riassumiamo le loro caratteristiche nella tabella seguente.

	Io	Europa	Ganimede	Callisto
K_g	$m_{Io}=8,94 \cdot 10^{25}$	$m_{Eu}=4,80 \cdot 10^{25}$	$m_{Ga}=1,48 \cdot 10^{26}$	$m_{Ca}=1,08 \cdot 10^{26}$
$\frac{K_m}{sec}$	$V_{flo} = 2,56385$	$V_{fEu} = 2,02054$	$V_{fGa} = 2,73988$	$V_{fCa} = 2,44905$
$\frac{K_m}{sec}$	$V_{Io} = 17,3382$	$V_{Eu} = 13,7444$	$V_{Ga} = 10,8834$	$V_{Ca} = 8,20409$
K_m	$R_{NIo} = 2872,7$	$R_{NEu} = 3355,7$	$R_{NGa} = 9362,4$	$R_{NCa} = 14093$
$\frac{m}{sec^2}$	$a_{gIo} = 1,8108$	$a_{gEu} = 1,3010$	$a_{gGa} = 1,4266$	$a_{gCa} = 1,2480$
$\frac{K_m^3}{sec^2}$	$K_{Io}^2 = 5965,3$	$K_{Eu}^2 = 3202,8$	$K_{Ga}^2 = 9875,4$	$K_{Ca}^2 = 7206,4$

$$\begin{array}{cccc}
K_m & r_{\text{Sio}} = 1815 & r_{\text{SEu}} = 1569 & r_{\text{SGa}} = 2631 & r_{\text{SCa}} = 2403 \\
k_m & r_{\text{Io0}} = 19,82 & r_{\text{Eu0}} = 16,97 & r_{\text{Ga0}} = 83,46 & r_{\text{Ca0}} = 106,8 \\
\frac{g}{\text{cm}^3} & \delta_{\text{Io}} = 3,57 & \delta_{\text{Eu}} = 2,97 & \delta_{\text{Ga}} = 1,94 & \delta_{\text{Ca}} = 1,86
\end{array}$$

Con valori così elevati delle velocità di rotazione dei nuclei, è possibile che si abbiano in superficie fenomeni vulcanici anche vistosi.

Per poter stimare gli effetti prodotti da questi fenomeni, prendiamo in esame il valore della energia che si trasferisce dall'interno del satellite alla superficie unitaria e le azioni esercitate dalle maree, utilizzando le relazioni già note :

$$\begin{aligned}
\frac{E_{\text{SP}}}{E_{\text{ST}}} &= \frac{\delta_{\text{P}}}{\delta_{\text{T}}} \cdot \left(\frac{r_{\text{OP}}}{r_{\text{OT}}} \right)^3 \cdot \left(\frac{V_{\text{P}}}{V_{\text{T}}} \right)^2 \cdot \left(\frac{r_{\text{ST}}}{r_{\text{SP}}} \right)^2 \\
\frac{\Delta a}{a_{\text{g}}} &= \frac{1}{4} \cdot \frac{K_{\text{S}}^2}{K_{\text{P}}^2} \cdot \left(\frac{r_{\text{SP}}}{R_{\text{p}}} \right)^3
\end{aligned}$$

I valori numerici che si ricavano sono riportati nella seguente tabella.

masse interagenti	$E_{\text{SP}}/E_{\text{ST}}$	$\Delta a/a$
Sole–Terra	1	$6,448 \cdot 10^{-9}$
Ganimede–Giove	$1,768 \cdot 10^{-3}$	$4,770 \cdot 10^{-5}$
Callisto–Giove	$2,420 \cdot 10^{-3}$	$9,137 \cdot 10^{-6}$
Io–Giove	$2,324 \cdot 10^{-4}$	$4,238 \cdot 10^{-4}$
Europa–Giove	$1,021 \cdot 10^{-4}$	$1,265 \cdot 10^{-4}$

I valori relativi delle maree prodotte su **Io** da **Europa** e **Ganimede** valgono :

$$\left(\frac{\Delta a}{a_g} \right)_{\text{Io-Eu}} = 5,180 \cdot 10^{-8} \quad ; \quad \left(\frac{\Delta a}{a_g} \right)_{\text{Io-Ga}} = 9,077 \cdot 10^{-9}$$

Risultano dunque dello stesso ordine di grandezza di quelli prodotti dal Sole sulla Terra, ma sono comunque assolutamente trascurabili rispetto al valore dovuto all'azione di Giove.

Bisogna tenere presente che, essendo, in tutti i casi la rotazione sincrona ed il nucleo rotante perfettamente al centro dei satelliti, l'energia termica che si sviluppa nel nucleo si dovrebbe distribuire più o meno uniformemente sulla superficie esterna.

In pratica questo non si verifica, in quanto l'azione delle maree, che insiste sempre negli stessi punti, produce nel tempo una deformazione permanente della superficie del satellite, come effetto dello scorrimento e dell'accumulo in questi punti dei materiali più fluidi.

Anche se l'energia termica prodotta dal nucleo rotante risulta sempre molto più ridotta di quella che abbiamo sulla Terra, la bassa densità dei materiali e il valore ridotto dell'accelerazione gravitazionale consentono comunque una produzione di fenomeni vulcanici in superficie.

Nel caso di **Europa**, la sua superficie è interamente coperta di ghiaccio, che rappresenta la parte esterna di uno spesso strato liquido il quale, attraverso i moti convettivi, rende la temperatura uniforme, impedendo così la formazione dei gradienti termici necessari per produrre fenomeni eruttivi.

Sul satellite **Io** si hanno eruzioni molto vistose, con velocità di emissione che superano anche $1 \frac{\text{K}_m}{\text{sec}}$.

Per quanto elevato, questo valore non supera la velocità di fuga e quindi tutti i materiali eruttati, anche i più leggeri, non superano il punto neutro e ricadono sulla superficie.

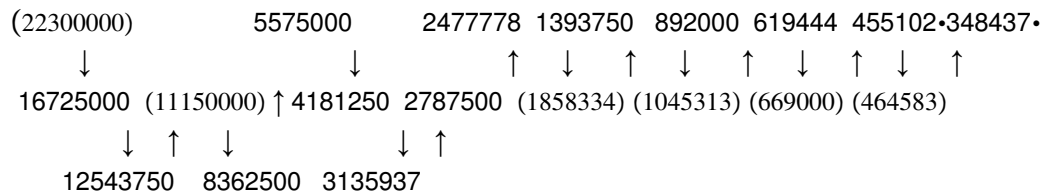
Pur avendo condizioni analoghe a quelle di Giapeto, in questo caso non si ha

la separazione dei materiali leggeri da quelli pesanti.

Assumendo, per il pianeta Giove, il punto neutro :

$$R_1 = 22,3 \cdot 10^6 K_m$$

si ricava lo schema lo schema completo delle orbite stabili :



•275309• (223000) • (184297) •154861• (131952) •113775•99111•87109•77163
 203649•169579•143406•122863•106443•93110•82136 (anelli)

Analiticamente il sistema è descritto dalle relazioni :

$$R_n = \frac{22,3 \cdot 10^6 K_m}{n^2 m^2 q^2} \quad ; \quad T_n = \frac{680,25 g}{n^3 m^3 q^3}$$

$$V_n = 2,384 \frac{K_m}{sec} \cdot n m q$$

Il valore del raggio dell'orbita circolare stabile dei satelliti aventi eccentricità di valore non trascurabile si calcola con la relazione $R_n = R_p \cdot (1 - e^2)$; i risultati che si ottengono sono riportati nella tabella seguente.

	$R_p (10^3 K_m)$	e	$R_n (10^3 K_m)$
Sinope	23700	0,275	21907
Carme	22600	0,20678	21633
Elara	11737	0,20719	11233

Himalia	11480	0,15798	11193
Pasihiphae	23500	0,378	20142
Ananke	21200	0,1687	20596
Lysithea	11720	0,107	11586
Leda	11094	0,14762	10852

6 – Fascia degli asteroidi : Abbiamo visto che tale fascia occupa la regione dello spazio rotante :

$$580,9 \cdot 10^6 \text{ K}_m \div 255,8 \cdot 10^6 \text{ K}_m$$

coincidente con lo spazio in cui l'azione attrattiva dei pianeti confinanti, Marte e Giove si può ritenere trascurabile rispetto a quella solare.

In tale spazio si hanno tre orbite stabili in corrispondenza di :

$$R_{n1} = 461,3 \cdot 10^6 \text{ K}_m ; R_{n2} = 346 \cdot 10^6 \text{ K}_m ; R_{n3} = 259,5 \cdot 10^6 \text{ K}_m$$

Normalmente, per brevità, alla fascia viene assegnato il raggio medio :

$$R_A = \frac{(580,9 + 255,8) \cdot 10^6 \text{ K}_m}{2} \simeq 418,4 \cdot 10^6 \text{ K}_m$$

Un'altra fascia simile, come sappiamo, esiste ai confini del Sistema Solare con estensione approssimativa da $7381 \cdot 10^6 \text{ K}_m$ a $14762 \cdot 10^6 \text{ K}_m$.

Calcoliamo il valore minimo che deve avere il raggio degli asteroidi per poter restare stabilmente in orbita all'interno di queste fasce senza perdere massa verso il Sole.