esso presenta dunque un nucleo interno rotante su se stesso con una velocità periferica :

$$v_T = V_{nT} = \left(\frac{K_N^2}{R_T} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{6{,}836068 \cdot 10^6 \ \frac{K_m^3}{sec^2}}{354760 \ K_m} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{4{,}39} \ \frac{K_m}{sec}$$

Pur essendo il nucleo di dimensioni ridotte e rotante con una bassa velocità, l'energia termica che esso sviluppa per attrito, all' interno del satellite, potrà essere sufficiente per produrre modesti fenomeni vulcanici in superficie, facilitati anche dalla bassa temperatura di fusione dei materiali costituenti il satellite.
Le altre caratteristiche di Nettuno risultano :

velocità di fuga dalla sua superficie : $V_{fN} = \sqrt{\frac{2 \cdot K_N^2}{r_N}} = \mathbf{23{,}56} \ \frac{K_m}{sec}$

accelerazione di gravità al suolo : $g_N = \frac{K_N^2}{r_N^2} = \mathbf{11{,}2} \ \frac{m}{sec^2}$

3 – Urano : sono note le caratteristiche :

$$m_U = \mathbf{86{,}84 \cdot 10^{24}} \ K_g \quad ; \quad K_U^2 = \beta \cdot m_U = \mathbf{5{,}794477 \cdot 10^6} \ \frac{K_m^3}{sec^2}$$

il punto neutro rispetto al Sole vale :

$$R^*_{NUS} = \frac{R_U}{1 + \left(\frac{m_S}{m_U} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{2869{,}6 \cdot 10^6 \ K_m}{1 + \left(\frac{1{,}9891 \cdot 10^{30}}{86{,}84 \cdot 10^{24}} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{18838806} \ K_m$$

Lo sfasamento tra il suo asse di rotazione e quello solare vale :

$$\alpha_{US} = 97{,}92° - 7{,}25° + 0{,}772° = \mathbf{91{,}442°}$$

Il piano equatoriale del pianeta risulta praticamente perpendicolare all' equatore solare e questo comporta una grande simmetria di tutto lo spazio che circonda l'equatore rispetto all'azione dello spazio rotante solare.

Conseguenza di tutto questo è la formazione di orbite praticamente circolari, in quanto difficilmente perturbabili.

Osservando i satelliti più vicini, **Ariel** e **Miranda**, di cui si conosce una stima della massa :

$$m_A = 1,27 \cdot 10^{21}\ K_g \ ; \ m_M = 6,33 \cdot 10^{19}\ K_g$$

si ricava il punto neutro dei satelliti rispetto al pianeta :

$$R_{NAU} = \frac{R_A}{1 + \left(\frac{m_U}{m_A}\right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{191020\ K_m}{1 + \left(\frac{86,84 \cdot 10^{24}}{1,27 \cdot 10^{21}}\right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{727,7}\ K_m$$

$$R_{NMU} = \frac{R_M}{1 + \left(\frac{m_U}{m_M}\right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{110,4}\ K_m$$

nel secondo caso risulta il punto neutro interno al satellite, e dunque esso, nella posizione attuale, deve perdere continuamente massa dalla superficie rivolta al pianeta.

La distanza minima alla quale Miranda dovrebbe orbitare, per essere stabile, risulta :

$$R_M \geq \left[\frac{\delta_U}{\delta_M} \cdot \frac{r_U^3}{r_M}\right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1,27}{1,2}\ \frac{25559^3}{235}\right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{274216}\ K_m$$

332

Ricaviamo ora lo schema orbitale, calcolando innanzitutto il valore del raggio delle orbite circolari stabili associate ai satelliti con orbite molto eccentriche.

Setebos - $R_{nSe} = 17988000 \cdot (1 - 0.512^2) = \mathbf{13272554}\ K_m$

Prospero – $R_{nPr} = 16089000 \cdot (1 - 0.328^2) = \mathbf{14358081}\ K_m$

Sicorax – $R_{nSi} = 12216000 \cdot (1 - 0.512^2) = \mathbf{9013649}\ K_m$

Stefano – $R_{nSt} = 7942400 \cdot (1 - 0.146^2) = \mathbf{7773100}\ K_m$

Calibano – $R_{nCa} = 7169000 \cdot (1 - 0.082^2) = \mathbf{7120796}\ K_m$

In prima approssimazione, il numero quantico associato all'orbita del satellite di maggiori dimensioni, **Titania**, supposto su un'orbita stabile, vale :

$$n_T^2 \simeq \frac{R^+_{NUS}}{R_T} = \frac{18838806}{435910} = \mathbf{43,22}$$

assumiamo $n_T^2 = 49$ e quindi otteniamo il valore corretto del punto neutro del pianeta :

$$R_{NUS} = R_1 = 435910\ K_m \cdot 49 = \mathbf{21359590}\ K_m$$

$$V_1 = \left(\frac{K_U^2}{R_1} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0,52085}\ \frac{K_m}{sec} \quad ; \quad T_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_1}{V_1} = \mathbf{2982,3}\ g$$

Le relazioni che descrivono il sistema saranno dunque :

$$R_n = \frac{\mathbf{21359590}\ K_m}{n^2\ m^2\ q^2} \quad ; \quad T_n = \frac{\mathbf{2982,3}\ g}{n^3\ m^3\ q^3}$$

$$V_n = \mathbf{0,52085}\ \frac{K_m}{sec} \cdot n\ m\ q$$

Lo schema orbitale completo risulta il seguente :

333

21359590 5339898 2373288 1334974 854384 (593322) (435910) •

↓ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑

(16019692) (10679795) ↑ 4004923 2669949 1779966 1001231 640788 444991

↓ ↑ ↓ ↓ ↑

(12014769) (8009846) 3003692

•333744•(263699) •213596•(176525) •148330•(126388) •108977•94931•(83436) • (73909) •

•(65925) • (59168) • (53399) • (48434) • • • • • • •

50917 (anello)

Il moto di rivoluzione del pianeta è sostenuto da una sfera rotante di raggio :

$$r_{U0} = \left(\frac{m_U}{m_S} \right) \cdot R_U = \left(\frac{86,84 \cdot 10^{24}}{1,9891 \cdot 10^{30}} \right) \cdot 2869,6 \cdot 10^6 \ K_m = \mathbf{125281} \ K_m > \mathbf{25559} \ K_m$$

il pianeta non presenta nucleo rotante interno e rivoluisce direttamente nello spazio rotante solare.

La sfera rotante che sostiene il moto di rivoluzione dei satelliti più importanti risulta :

Miranda – $r_{M0} = \left(\frac{m_M}{m_U} \right) \cdot R_M$

$$= 8 \cdot 10^{-7} \cdot 129390 \ K_m = \mathbf{0,103} \ K_m << 235 \ K_m$$

Ariel – $r_{A0} = 155 \cdot 10^{-7} \cdot 191020 \ K_m = \mathbf{2,961} \ K_m << 578 \ K_m$

Umbriel – $r_{U0} = 135 \cdot 10^{-7} \cdot 266300 \ K_m = \mathbf{3,595} \ K_m << 585 \ K_m$

Titania – $r_{T0} = 406 \cdot 10^{-7} \cdot 435910 \ K_m = \mathbf{17,70} \ K_m < 789 \ K_m$

Oberon – $r_{O0} = 347 \cdot 10^{-7} \cdot 583520 \ K_m = \mathbf{20,25} \ K_m < 761 \ K_m$

Tutti i satelliti hanno un nucleo interno rotante, tuttavia solo quelli di Titania ed Oberon hanno dimensioni apprezzabili e quindi tali da poter sviluppare, per attrito interno, l'energia termica richiesta per produrre in superficie fenomeni vulcanici visibili.

La velocità di rotazione dei nuclei è uguale a quella di rivoluzione dei satelliti

e vale : $$V_T = V_{nT} = \left(\frac{K_U^2}{R_T} \right)^{\frac{1}{2}} = 3{,}702 \ \frac{K_m}{sec} \quad ; \ V_O = 3{,}199 \ \frac{K_m}{sec}$$

In entrambi i casi le dimensioni dei nuclei e le velocità di rotazione sono relativamente basse, per cui anche l'energia termica sviluppata sarà bassa.

Essendo però i satelliti formati da materiali aventi bassa temperatura di

fusione, in superficie si potranno comunque sviluppare apprezzabili effetti termici.

4 – Saturno : sono noti :

$$m_{Sa} = 568{,}8 \cdot 10^{24} \ K_g \ ; \ K_{Sa}^2 = \beta \cdot m_{Sa} = 37953692 \ \frac{K_m^3}{sec^2}$$

il punto neutro vale :

$$R_{NSaS}^{*} = \frac{R_{Sa}}{1 + \left(\frac{m_S}{m_{Sa}} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1429{,}4 \cdot 10^6 \ K_m}{1 + \left(\frac{1{,}9891 \cdot 10^{30}}{568{,}8 \cdot 10^{24}} \right)^{\frac{1}{2}}} = 23769641 \ K_m$$

Il raggio della sfera rotante che sostiene il moto di rivoluzione risulta :

$$r_{Sa0} = \left(\frac{m_{Sa}}{m_S} \right) \cdot R_{Sa} = 408749 \ K_m > 60268 \ K_m.$$

Non si ha alcun nucleo interno rotante e quindi nemmeno produzione di energia termica per attrito.