

– Origine e caratteristiche delle orbite delle comete e dei corpi minori del Sistema Solare

**22 – Comete – Sono corpi, normalmente di dimensioni molto ridotte, che possiedono una energia specifica di valore molto diverso da quello minimo richiesto per poter restare in equilibrio sull'orbita stabile circolare di raggio minimo.**

In queste condizioni, si ha, generalmente, un'orbita molto eccentrica che puo attraversare anche molte falde diverse.

Normalmente si ritiene che le comete abbiano origine nella nube di **Oort**, ad una distanza  $R > 30000$  UA.

Questa ipotesi, anche se largamente accettata, lascia comunque molti dubbi che cercheremo di chiarire.

Nella teoria generale, si è visto che la massa unitaria, per restare in equilibrio in uno spazio rotante di valore  $K^2$ , deve soddisfare la condizione :

$$\left( v^2 - 2 \cdot V_{eq}^2 \right) \cdot R + 2 \cdot K^2 \geq \frac{C^2}{R}$$

che si può anche scrivere :

$$\left( v^2 - 2 \cdot \frac{K^4}{C_n^2} \right) \cdot R + 2 \cdot K^2 \geq \frac{C_n^2}{R}$$

Ricordiamo che in tale relazione  $v$  rappresenta la velocità relativa del punto rispetto al centro dello spazio rotante e  $C_n$  il doppio della velocità areolare che, per le orbite chiuse, può assumere solo valori quantizzati.

L'analisi di questa espressione è stata già fatta trattando la teoria generale e quindi ci limitiamo solo ad alcune osservazioni.

Consideriamo sulla falda associata al momento  $C_{n0}$  una massa unitaria in equilibrio con una velocità orbitale  $V_0^2$  ad una distanza  $R_0$  su un'orbita con eccentricità  $e_0$ .

**Secondo la condizione di equilibrio, qualsiasi aumento della velocità porta sempre ad un'orbita reale semplicemente aumentando il valore dell'eccentricità dell'orbita, senza modificare il valore di  $C_n$ .**

Se dunque per una qualsiasi ragione, per esempio una esplosione o un urto, dal corpo iniziale si creano oggetti con diversi valori della velocità  $V$ , si avrà una famiglia di detriti che presentano come **unica caratteristica comune il valore della costante  $C_n$ .**

Tutte le altre caratteristiche orbitali hanno però valori tanto diversi da renderli assolutamente irriconoscibili come membri di un'unica famiglia.

Per qualsiasi valore iniziale di  $C_n$ , con un aumento della velocità, è dunque sempre possibile ottenere orbite ellittiche con qualsiasi semiasse maggiore, anche infinitamente grande.

**Con un valore di  $C_n$  invariato la relazione può essere soddisfatta solo per  $v^2 \geq V_{eq}^2$ .**

Se l'evento che abbiamo considerato porta ad una riduzione della velocità, e dunque dell'energia, fino al raggiungimento di tale valore limite, la riduzione della velocità viene accompagnata da una graduale riduzione dell'eccentricità dell'orbita che rimane comunque reale.

**Se, dopo aver raggiunto il valore minimo, si ha una ulteriore riduzione della velocità, la relazione può essere soddisfatta, e dunque può ammettere soluzioni reali con orbite chiuse realmente esistenti, solo se si passa al valore di  $C_n$  immediatamente precedente.**

**Se anche con questo nuovo valore non si ottiene una soluzione reale, si passa a quello ancor più basso e così via fino ad avere l'oggetto in moto su un'orbita ellittica stabile.**

Una riduzione della velocità dà origine quindi ad una famiglia di oggetti che si muovono con una diversa velocità areolare, e dunque con diverso valore del momento angolare  $C_n$ , i quali avranno in comune unicamente il punto di partenza.

Se dunque consideriamo l'esplosione di un corpo celeste inizialmente in equilibrio orbitale nello spazio rotante, per i detriti che si formano, lo spazio si comporta in maniera diversa a seconda della direzione del moto della scheggia considerata.

Tutti quelli che vengono proiettati nella direzione del moto orbitale del corpo iniziale subiscono un incremento della velocità relativa rispetto al centro dello spazio rotante e quindi vengono obbligati a muoversi verso l'esterno su orbite molto eccentriche.

Per le schegge che invece vengono emesse nella direzione opposta al moto iniziale, necessita prendere in considerazione il valore della velocità di eiezione, in quanto si ha :

$$v^2 = (v_0 - v_e)^2$$

e quindi, per  $v_e < 2 \cdot v_0$  si ottiene comunque una riduzione della velocità.

**Per  $v_e > 2 \cdot v_0$  risulta un aumento della velocità e quindi, anche in questo caso, i detriti vengono proiettati tutti verso l'esterno su orbite spesso molto eccentriche.**

Dunque, se il valore della velocità di equilibrio iniziale  $v_0$  è basso, in una esplosione gran parte del materiale prodotto viene disperso verso l'esterno dello spazio rotante e solo una piccolissima parte viene orientata verso il centro e si stabilisce su orbite chiuse.

La situazione che abbiamo descritto può rappresentare quella presente nel Sistema Solare primordiale.

Secondo questo schema, l'attuale Sistema Solare può essere l'evoluzione di ciò che è stato trattenuto dallo spazio rotante solare dopo l'esplosione della stella compagna del Sole.

In accordo con questa interpretazione, se calcoliamo il valore della velocità

areolare, e dunque della costante  $C$  associata ai corpi che popolano oggi il Sistema Solare, secondo quanto è previsto dalla teoria, ricaviamo una serie di valori di livelli quantizzati con orbite reali che si sviluppano **tutte** all'interno del punto neutro.

Con il criterio che abbiamo indicato, nel Sistema Solare, si individuano così Alla falda inferiore della fascia di Kuiper è associato il numero quantico

$n = \left( \sqrt{\frac{4}{3}}^{-1} \right)$  con momento angolare :

$$C = \frac{C_1}{n} = 3,1313 \cdot 10^{10} \frac{K_m^2}{sec}$$

e velocità orbitale di equilibrio :  $v_0 = V_1 \cdot n = 4,2392 \frac{K_m}{sec}$  .

Essendo relativamente basso il valore della velocità, la perturbazione che si produce per gli urti che casualmente si possono verificare, risulterà piuttosto modesta .

Dopo l'urto, generalmente, si ha quindi una particella che rimane sulla stessa falda con un'orbita più eccentrica e l'altra che passa sulla falda inferiore, alla quale è associato il numero  $n = 1$ .

I primi individuano una famiglia e vengono indicati come **Transplutoniani**, mentre i secondi, che si muovono nella falda in cui orbita il pianeta **Plutone**, vengono definiti **Plutini**.

Quando, eccezionalmente, la riduzione di energia specifica che si verifica sulla seconda particella è elevata, essa passa alle falde inferiori associate a valori di  $n$  più elevati, ma comunque non si va mai oltre Giove.

L'insieme di questi oggetti che più difficilmente si individuano come famiglia viene indicato con il nome di **Centauri**.

Anche nella fascia degli asteroidi si ha un numero molto elevato di oggetti in orbita, la maggior parte dei quali sulle falde centrali che sono associate ai numeri  $n = 3 \cdot \sqrt{\frac{4}{3}}$  e  $n = 4$ .

Anche in questo caso, i corpi che hanno maggiori dimensioni percorrono

orbite imperturbate e poco eccentriche.

**La velocità di equilibrio delle particelle in movimento, in questa zona, vale :  $V_0 = V_1 \cdot 4 = 19,58 \frac{K_m}{sec}$ , valore molto più elevato di quello che si aveva nella fascia di Kuiper.**

**Per questa ragione, anche le variazioni dell'energia, che gli urti tra le particelle producono saranno molto elevate.**

Il risultato finale prodotto da questa situazione è che l'aumento di velocità che si produce dopo l'urto, dà origine a una famiglia molto numerosa di oggetti che hanno lo stesso valore di  $C_n$ , ma percorrono orbite con una eccentricità estremamente variabile fino a raggiungere l'afelio in prossimità del confine della sfera planetaria del Sistema Solare.

Proprio per la forma eccentrica delle orbite, questi oggetti si trovano sempre a temperature molto basse che diventano apprezzabili solo in prossimità del perielio, dove si manifestano con lunghe scie di gas. Questa famiglia viene indicata con il nome di **comete**.

Le teorie correnti ritengono le comete provenienti dalla "**nube di Oort**" dalla quale sarebbero sfuggite in seguito a fenomeni non conosciuti e, dopo molte perturbazioni casuali, le loro orbite avrebbero assunto l'assetto attuale.

**Casualmente gli eventi che si sono verificati sono stati tali da portarle ad avere tutte lo stesso valore della velocità areolare casualmente coincidente con quello delle orbite stabili della fascia degli asteroidi. L'ipotesi è comunque ancora molto discussa.**

**E' ragionevole pensare che tutte queste coincidenze non siano altro che una conferma dell'origine da noi proposta.**

Per le particelle che durante l'urto subiscono una riduzione della velocità, si presenta la situazione che abbiamo già visto per la fascia di Kuiper, con la differenza che in questo caso la riduzione è molto più consistente e quindi le orbite della famiglia di oggetti che si genera si spingono fino alle falde più interne, associate a valori  $n \geq 12$ .

**Anche se questi oggetti hanno una origine assolutamente identica a quella delle comete, percorrono un'orbita che si sviluppa per la gran parte in prossimità del Sole.**

**Dunque essi hanno avuto molto tempo a disposizione per perdere le componenti gassose, mettendo a nudo il loro nucleo.  
Questi asteroidi vengono normalmente indicati come oggetti Apollo.**