

La precessione del perielio dell'orbita di Mercurio

L'orbita di un pianeta che si muove attorno al Sole è un'ellisse, ma è un'ellisse che si sposta lentamente nello stesso verso in cui si muove il pianeta, cosicché si ha una "precessione" del perielio [il punto dell'asse maggiore dell'ellisse situato alla minima distanza dal Sole: $a(1 - e)$].

Il suo valore per ogni rivoluzione è

$$\delta\theta = \frac{6\pi GM_s}{c^2 a(1-e^2)}, \quad (5)$$

espressione che in base alla terza legge di Keplero

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM_s}{4\pi^2} = 3,3616453 \cdot 10^{18} m^3/s^2$$

può anche venire riscritta nella forma seguente:

$$\delta\theta = \frac{24\pi^3 a^2}{c^2 T^2 (1-e^2)}, \quad (6)$$

dove:

$M_s = 1,989 \cdot 10^{30} kg$ è la massa del Sole,

a è il semiasse maggiore dell'orbita planetaria in metri ($1UA = 1,496 \cdot 10^{11} m$),

$c = 2,99792458 \cdot 10^8 m/s$ è la velocità della luce nel vuoto,

T è il periodo di rivoluzione in secondi ($1 anno = 3,156 \cdot 10^7 s$),

e è l'eccentricità dell'orbita.

Il moto del perielio è di entità misurabile solo per Mercurio, data la sua non grande distanza dal Sole e la forte eccentricità della sua orbita. Il valore teorico in base alla (6), con $a = 0,387UA, T = 0,241 anni, e = 0,2056$, è

$$\delta\theta = 5,009 \cdot 10^{-7} rad \text{ per riv} = 0,103318'' \text{ per riv.}$$

Poiché in un secolo Mercurio effettua 415 rivoluzioni, si avrà:

$$\delta\theta = 42,88'', e\delta\theta = 8,82'' \text{ per secolo}$$

Dal tempo di Urban Leverrier (1811 - 1877), il cui nome è legato alla scoperta di Nettuno (1846) è noto agli astronomi che il moto del perielio di Mercurio non può venire completamente spiegato mediante l'influenza degli altri pianeti, che assomma a $531,509'' \pm 0,38''$ per secolo. Secondo i calcoli di Newcomb (1898), una parte di esso data da

$$\delta\theta = 41,24'' \pm 2,09'', e\delta\theta = 8,48'' \pm 0,43'',$$

rimane da interpretare. Come si vede, il valore teorico è contenuto entro i limiti di errore di Newcomb.

L'accordo dei valori di Newcomb e di Einstein costituiva certamente un successo notevole. E pensare che sulle prime si ipotizzò che la precessione del perielio di Mercurio indicasse la presenza di un pianeta inosservato vicino al Sole, che influenzava il moto di Mercurio e i cui effetti non erano stati inclusi nei precedenti calcoli delle perturbazioni. Questo pianeta (chiamato prematuramente Vulcano) fu cercato per molti anni senza successo.

Per la Terra, con $a = 1UA, T = 1 anno, e = 0,0167$, è $\delta\theta = 3,84'', e\delta\theta = 0,0064'' \text{ per secolo}$.

L'influenza degli altri pianeti somma a $1153,45'' \pm 2,7''$ per secolo.