Eppur si muove, ma questa volta è il Sole,
ovvero
cade prima il corpo più pesante,
ovvero
Mercurio sposta il Sole verso il punto gamma (precessione) di 44” in cento anni,
e, per lo stesso motivo fisico,
Giove lo sposta di 50’’ all’anno, valore esattamente coincidente con quello della precessione lunisolare !

PRIMA PARTE

Abstract

Un attento studio dei PRINCIPIA [1][2][3][4][5] porta alla straordinaria conclusione che Newton, senza mai averne contezza (e tutti noi con Lui), corregge la legge di caduta dei gravi di Galilei! Attraverso le sue formule è immediato stabilire che, sulla superficie terrestre, cadrebbe prima il corpo più pesante e poi quello più leggero, ma la differenza temporale, facilmente determinabile teoricamente, è talmente piccola che, ancora oggi, è praticamente impossibile rilevarla sperimentalmente.

Se però le previsioni di Newton sulla caduta dei gravi, e quindi nel ristretto ambito terrestre, sono tutt’ora irraggiungibili, le implicazioni che avvengono nel sistema solare sono del tutto eccezionali e straordinarie.

Sulla scorta di un errore concettuale e di calcolo di Le Verrier e di Newcomb circa il moto del perielio di Mercurio saremo in grado di vedere, sempre e solo in forza delle equazioni di Newton, il fondamentale e sempre trascurato ruolo della massa gravitazionale attiva del pianeta generico sul Sole, azione che sostanzialmente consiste in uno scalzamento del nostro Sole, invece sempre pensato assolutamente fisso, spostamento verso il punto γ direttamente proporzionale alla massa gravitazionale del corpo orbitante.

Con incontrovertibili ed elementari considerazioni di carattere fisico scopriremo che mentre Mercurio sposta il Sole verso il detto punto γ di appena 44’’ in un secolo, Giove, questo gigante del sistema solare, lo spinge di ben 52’’ all’anno, mentre la Terra di 2’’ all’anno. Ne viene fuori subito uno fatto di eccezionale importanza: il grandioso, concreto ed innegabile fenomeno astronomico che oggi va sotto il nome di precessione *lunisolare*, mai chiaramente interpretato, non sarebbe dovuto al moto proprio del punto γ verso il Sole, quest’ultimo pensato sempre assolutamente fisso, così come vorrebbe l’accreditata e discutibile versione ad hoc di Newton, ma andrebbe invece anche ascritto, per una parte non trascurabile, al moto reale del Sole verso lo stesso punto, moto provocato, come già detto, dall’azione di scalzamento gravitazionale che tutti i pianeti esercitano, ed in varia misura, su di esso. E non è forse un caso che la differenza tra i 52’’ provocati da Giove ed i 2’’, provocati dalla Terra, coincida proprio con i 50’’ dell’attuale precessione *lunisolare*. In altri termini e come puntualmente andremo a stabilire con precisi calcoli, l’effetto terrestre o locale della non veridicità della legge di Galileo Galilei si traduce, in campo astronomico, sia nell’interpretazione dell’inspiegabile e fievolissimo spostamento (precessione) del perielio di Mercurio che in una nuova e chiara riformulazione dell’innegabile e concreta precessione, oggi detta lunisolare. Ma allora è vera la critica di Bernoulli, Eulero e d’Alambert …

I gravi di Galileo Galilei

Se c'è ancora oggi una domanda scientifica che si perde nei secoli ed alla quale tutt'ora non si è data alcuna chiara è definitiva risposta essa consiste appunto nello stabilire l'esatta modalità di caduta dei gravi sulla superficie terrestre. Ancora oggi, se si chiede ai non addetti ai lavori se cade prima, da una stessa altezza, un carrarmato od una piuma sulla superficie terrestre, ovviamente in assenza di aria, siamo pur certi che essi affermeranno che cade prima il corpo più pesante. E non è questa la prima volta che la scienza ufficiale mortifica il senso comune, infatti sarebbe piuttosto lungo un elenco del genere. Ma vedremo, almeno in questo caso, come questo martoriato senso comune venga ad essere rivalutato.
Per la verità già il grande Platone la pensava diversamente. Egli credeva che sarebbe caduto prima il corpo più pesante.
Giungiamo, dopo tanto tempo, al nostro Galileo Galilei, il cui laboratorio sperimentale, è bene subito sottolinearlo, era veramente male equipaggiato. Per rilevare i tempi di un determinato fenomeno usava spesso il battito del suo polso[1]. In ogni caso Egli dovette accorgersi, con i suoi piani inclinati che notoriamente rallentano le cadute delle sfere con le quali sperimentava, che era inapprezzabile, almeno ad occhio, la differenza dei tempi di caduta di una sfera piena e di una cava. E, con molta probabilità, da queste rudimentali esperienze trasse la convinzione che un'eventuale esperienza dalla torre di Pisa, secondo alcuni mai fatta, avrebbe pienamente confermato tale deduzione. Conscio dell'imprecisione delle sue esperienze, immaginò esperimenti, mai realizzati (corpo più pesante legato ad uno più leggero) che lo convincessero[2] dell'invariabilità della legge di caduta al variare del peso dei corpi cadenti.
E' comunque opportuno precisare che, allo stato attuale, le previsioni che la scienza ufficiale fa in merito a questa esperienza sono solo di natura puramente sperimentale, o almeno tutti credono che sia così mentre, vedremo che la teoria di Newton, mai coerentemente tirata in ballo in questo caso[3], ci permette di fare delle precise previsioni in merito che dovrebbero servire da guida per la progettazione di esperimenti che si prefiggono di acclarare ciò.

La gravità di Newton

Secondo la teoria della Gravitazione Universale di Newton, due corpi, rispettivamente di massa[4] M ed m, posti alla distanza d, sono entrambi soggetti alla forza[5]

$$F = G\frac{Mm}{d^2} \qquad (1)$$

e ciò o **rispetto ad un osservatore solidale alle stelle fisse o ad un osservatore ancorato al baricentro delle masse (anch'esso ovviamente inerziale)**.

---

[1] Così scoprì l'isocronismo delle piccole oscillazioni.
[2] Evidentemente era il primo a non riuscire a capacitarsi di ciò.
[3] Anche questa mancanza si spiega appunto perché Newton, come anticipato, non si accorse mai che correggendo la III Legge di Keplero, correggeva automaticamente anche quella di Galilei, come meglio vedremo.
[4] Per Newton la massa di un corpo rappresenta la quantità di materia che esso possiede.
[5] G è la costante di gravità.

Un errore in cui è molto facile incappare[6] usando la (1) è il seguente. Se vogliamo calcolare l'accelerazione con la quale cadrebbe sulla superficie terrestre[7] un corpo di massa m, dividiamo ambo i membri della (1) per m ed otteniamo

$$a = \frac{F}{m} = G\frac{M}{R^2} = g \quad (2).$$

Da essa si vede subito che questa accelerazione dipende solo dalla massa terrestre e non da quella dei gravi e dunque giungiamo alla errata conclusione che, anche secondo Newton, tutti i corpi cadenti vengono ad essere assoggettati alla stessa identica accelerazione data dalla (2).

In effetti l'accelerazione calcolata con la (2) non è quella che vedrebbe un osservatore che sta sulla superficie terrestre ma quella che misurerebbe un osservatore, come già detto, ancorato o alle stelle fisse, o al baricentro[8], fortemente variabile, delle due masse M ed m prese in esame.
Invece per calcolare con esattezza ciò che vedrebbe un osservatore ancorato alla superficie terrestre di massa M bisogna, con Newton, fare almeno il seguente ragionamento (Problema dei due Corpi[9]) [1].
In effetti la (1), come già anticipato, è la forza che vede applicata ai due corpi un osservatore inerziale ancorato alle stelle fisse o al baricentro delle masse. In seguito ci riferiremo per brevità solo a quest'ultimo.
Innanzi (Fig.1) tutto è facile calcolare la posizione del baricentro delle masse, rispetto alle stesse.

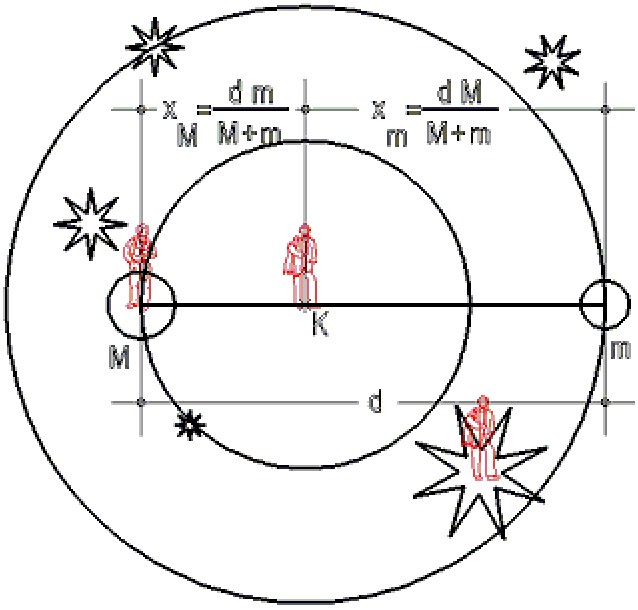

Fig. 1

[6] Da qui la dilagante ed erronea convinzione dell'assoluta conformità tra la Legge di Galilei e la teoria di Newton.
[7] Di raggio pari ad R.
[8] Posizione molto scomoda visto che questo baricentro viene quasi a coincidere col centro della Terra.
[9] Il problema dei due corpi è molto importante anche perché il baricentro delle masse, essendo solo un'entità astratta, non è ovviamente osservabile astronomicamente. Ciò comporta che la traiettoria del generico corpo di massa m viene sempre riferita al sistema di riferimento non inerziale ancorato alla massa centrale (sistema eliocentrico).

Ovviamente si ha

$$x_M = \frac{d}{M+m} m \qquad (3)$$

$$x_m = \frac{d}{M+m} M \qquad (4)$$

Se ora le due masse sono soggette alla stessa forza data dalla (1), e le stesse ruotano con la stessa velocità angolare intorno a K, si avranno le due ovvie identità[10] (uguaglianza tra forza gravitazionale e centrifuga)

$$\frac{MV_{MK}^2}{x_M} = G\frac{Mm}{d^2} \qquad (5)$$

$$\frac{mV_{mK}^2}{x_m} = G\frac{Mm}{d^2} \qquad (6).$$

Da queste due relazioni possiamo calcolare le velocità che le dette masse hanno nel sistema di riferimento inerziale ancorato al baricentro K

$$V_{MK} = \sqrt{\frac{Gm^2}{d(M+m)}} \qquad (7)$$

$$V_{mK} = \sqrt{\frac{GM^2}{d(M+m)}} \qquad (8).$$

Evidentemente l'osservatore ancorato alla massa M, e cioè al sistema non inerziale costituito da un triedro di riferimento interamente solidale ad essa[11], attribuirà alla massa m la velocità complessiva

$$V_{mM} = V_{MK} + V_{mK} = \sqrt{\frac{GM}{d}\left(1+\frac{m}{M}\right)} \qquad (9).$$

Ovviamente dalle (5) e (6) si ricavano anche le due accelerazioni che le due masse hanno rispetto a K. Esse sono

$$a_{MK} = \frac{Gm}{d^2} \qquad (10)$$

$$a_{mK} = \frac{GM}{d^2} \qquad (11)$$

[10] Qui considereremo solo il caso di orbite circolari, il che non comporta, come vedremo, alcuna restrizione delle nostre conclusioni.

[11] Si immagini una sfera di un certo raggio ed un sistema di riferimento costituito da tre assi tra loro ortogonali, il cui punto d'origine coincida con il centro della sfera ed i cui assi siano saldamente solidali con la superficie della sfera. Questa precisazione è necessaria in quanto il sistema di riferimento eliocentrico che si adotta in astronomia ha solo l'origine degli assi coincidente col centro del Sole, mentre gli assi sono rivolti verso le stelle fisse. Il primo asse va dal detto centro al punto γ (stelle fisse), il secondo, ortogonale al primo, giace sul piano dell'eclittica ed il terzo è ortogonale ai primi due. C'è dunque una sostanziale differenza tra questo sistema e quello interamente saldato alla massa M. I due si equivalgono solo se il Sole ed il punto γ sono entrambi fissi.

per cui la massa m, sempre rispetto al sistema ancorato ad M, avrà l'accelerazione complessiva

$$a_{mM} = \frac{GM}{d^2}\left(1+\frac{m}{M}\right) \qquad (12)$$

e quindi questo osservatore vedrà agente su m una forza pari a

$$F_{mM} = \frac{GMm}{d^2}\left(1+\frac{m}{M}\right) \qquad (13).$$

Evidentemente egli attribuirà alla massa m la velocità V_{mM} e poiché sulla stessa vedrà applicata la forza data dalla (13) scriverà l'identità

$$F_{mM} = \frac{mV_{mM}^2}{d} = \frac{GMm}{d^2}\left(1+\frac{m}{M}\right) \qquad (14)$$

da cui otterrà di nuovo la (9). Da quest'ultima segue anche la III Legge di Keplero, rivisitata da Newton, e cioè

$$\frac{4\pi^2 d^3}{T^2} = GM\left(1+\frac{m}{M}\right) \qquad (15)\,.$$

Infatti la legge sperimentale di Keplero affermava che per tutti i pianeti del sistema solare fosse invece valida la relazione

$$\frac{4\pi^2 d^3}{T^2} = GM \qquad (16)$$

relazione che non dipende dalle masse dei pianeti[12].
Possiamo concludere questi brevi e semplici richiami di astronomia dicendo che Newton, così come rilegge e corregge la III Legge formulata a suo tempo da Keplero, con l'introduzione in essa delle masse orbitanti, alla stessa identica maniera rilegge e corregge la Legge sperimentale di Galilei sulla caduta dei gravi. Infatti dalla (12) ovviamente si ha

$$a_{mM} = \frac{GM}{d^2}\left(1+\frac{m}{M}\right) = \frac{GM}{R^2}\left(1+\frac{m}{M}\right) = g\left(1+\frac{m}{M}\right) \qquad (17)$$

dalla quale si vede chiaramente che si ritrova la legge di Galilei solo quando la massa del grave è completamente insignificante rispetto alla massa della Terra. E' il caso di osservare[13] che per un peso[14] di una tonnellata, dato che la massa della Terra è pari a 5,976 x 10^{27} g., il rapporto m/M=1.67 x 10^{-25} ! E' anche evidente che la formula relativa al periodo del pendolo diventa

[12] E' opportuno osservare che la (15) è quotidianamente impiegata dagli astronomi.
[13] Invece nei processi di orogenesi in cui si considerano le cosiddette zolle tettoniche che compongono la crosta terrestre le cose vanno già diversamente.
[14] Anche la nozione di peso viene a modificarsi. Infatti consideriamo un corpo A che sia comporto dall'unione di un miliardo di corpi più piccoli B. E' evidente, per la (17), che il corpo A peserà di più di un miliardo di volte del corpo B. Nei comuni scambi commerciale ciò a poco importanza, ma quando si valuta il peso di una montagna o la massa di una galassia le cose vanno ben diversamente.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g\left(1+\frac{m}{M}\right)}} \qquad (18)$$

e quindi, data l'esiguità del rapporto m/M, almeno nelle esperienze terrestri, si può ben capire l'assoluta inefficacia degli esperimenti di Galilei, di Newton e di quelli che attualmente si fanno negli odierni laboratori di fisica, con le attuali strumentazioni[15]. Ed è veramente sconcertante come l'insuperabile Newton che, nel problema dei due corpi, corregge la III Legge di Keplero (che non è altro che una legge di caduta alla grande), non si accorge di aver corretto contemporaneamente la legge di Galilei (e noi tutti con LUI). Infatti a questo proposito testualmente dice [1, Prop. VI. Teorema VI):
La caduta di tutti i gravi sulla Terra (tenuto conto dell'ineguale ritardo che nasce dalla scarsissima resistenza dell'aria) avviene in tempi uguali, come già altri osservarono[16]; ed è possibile notare con grande precisione l'uguaglianza di tali tempi nei pendoli. Ho tentato l'esperimento con pendoli d'oro, d'argento, di piombo etc.. .
Più avanti dice:
Si immagini, infatti, che questi corpi terrestri siano sollevati fino all'orbita della Luna, ed insieme alla Luna, privata di ogni movimento, siano lasciati andare affinché cadano nello stesso tempo (insieme) sulla Terra; allora, per le cose prima dette, è certo che insieme con la Luna descriverebbero spazi uguali in tempi uguali.
… E per lo stesso argomento, i pianeti che ruotano intorno al Sole[17], lasciati cadere da uguali distanze dal Sole, descriverebbero, durante la propria caduta verso il Sole, spazi uguali in tempi uguali. (addirittura i pianeti le cui masse sono contenute nella Sua rivisitata III Legge di Keplero).
Nella Prop. X. Teorema X, sempre in proposito, afferma (tubo di Newton) … *i gravi cadono all'interno del tubo liberissimamente e senza alcuna apprezzabile resistenza; lo stesso oro ed una piuma leggerissima lasciati andare insieme, cadono con velocità uguale, e sebbene descrivano un'altezza di quattro, sei e perfino otto piedi, cadono contemporaneamente sul fondo, come si apprende dall'esperienza.*

---

[15] Vedi le attuali verifiche del cosiddetto Principio di Equivalenza tra massa inerziale e gravitazionale che si crede di poter verificare una volta che si sia verificata la Legge di Caduta di Galilei ! Non si è ancora capito che solo se la Legge di Galilei viene contraddetta dall'esperienza è allora valida l'identità che ha per primo presupposto Newton !
[16] Questo è l'unico riferimento molto indiretto che Egli fa di Galilei (colpa del suo carattere).
[17] E non intorno al baricentro comune.

Il fondamentale ruolo della massa orbitante e l'errata valutazione di Le Verrier e Newcomb sul perielio di Mercurio

Se non è possibile, anche con le più moderne strumentazioni[18], accertare quanto previsto da Newton sulla caduta dei gravi, vista l'estrema piccolezza del rapporto m/M nel caso dei gravi, ben diversamente stanno le cose nel sistema solare, così come si può evincere dalla seguente tabella n. 1.

Pianeta	**massa m [g.]**	**rapporto m/M**	**rapporto M/m**	**rapporto M/m**
		valori moderni	**valori moderni**	Le Verrier
Mercurio	3,2850E+26	0,0000001652	6.054.795	3.000.000
Venere	4,8714E+27	0,0000024492	408.302	401.847
Terra	5,9760E+27	0,0000030045	332.831	354.936
Marte	6,4500E+26	0,0000003243	3.083.721	2.680.337
Giove	1,8971E+30	0,0009537959	1.048	1.050
Saturno	5,6770E+29	0,0002854198	3.504	3.512
Urano	8,6700E+28	0,0000435897	22.941	24.000
Nettuno	1,0520E+29	0,0000528909	18.907	14.400
Plutone	9,8900E+24	0,0000000050	201.112.235	
Sole	1,9890E+33			

Tabella n. 1

Mentre dunque nel caso dei gravi si ha a che fare con un rapporto m/M dell'ordine di 10^{-25}, nel caso di Mercurio abbiamo già un 10^{-5}, per non parlare poi del caso straordinario di Giove in cui si ha un 10^{-3} e tra non molto vedremo quali conseguenze hanno questi fatti. Ciò nonostante Laplace [6, Vol. III, Capitolo V, pag 172], padre del metodo della variazione delle costanti per il calcolo delle perturbazioni planetarie usato da Le Verrier e Newcomb, ritiene che non si commettono errori apprezzabili se si trascurano le singole masse dei pianeti in rapporto a quella del Sole, eccetto che per Giove e Saturno.
Purtroppo questa assunzione, fatta propria da tutti gli astronomi, non è affatto vera, come andremo subito a dimostrare.
Consideriamo proprio il caso di Mercurio. Le Verrier non conosceva la massa di questo pianeta (infatti Mercurio non ha satelliti) e quindi dovette stabilirne l'ordine di grandezza attraverso una serie di analisi indirette. Nella Sua opera [7] testualmente dice:
Dans plusieurs recherches, j'ai reduit cette masse a 1/3.000.000 (di quella del Sole), *en consideration des perturbations qu'elle a fait eprouver a la comete d'Encke, dans son passage au perihelie, en 1838. Mais, suivant M. Encke, le masse de Mercure serait encore plus faivle, et egale a 1/5.000.000 de la masse du Soleil.* ***Nous concluderons donc seulement que cette masse est fort petite, et qu'elle ne peut avoir aucune influence ... .***
Dalla figura che segue, si evince il valore che Le Verrier [8] attribuisce a Mercurio, che risulta essere pari a 1/3.000.000 della massa del Sole.

[18] Forse il monitoraggio continuo dello spostamento di un pendolo quando il sole sorge o tramonta (in tal caso la Terra, di massa M, e la massa m del pendolo cadono nel campo di gravità solare) potrebbe dare delle indicazioni.

Nous adopterons pour les masses $m, m', \ldots$ des planètes, rapportées à celle du Soleil prise pour unité, les nombres suivants:

Mercure...	$m = \frac{1}{3000000} = 0,000\,000\,333\,333$		$\log m = \bar{7},522\,8787$
Vénus.....	$m' = \frac{1}{401847} = 0,000\,002\,488\,51$		$\log m' = \bar{6},395\,9392$
La Terre...	$m'' = \frac{1}{354936} = 0,000\,002\,817\,41$		$\log m'' = \bar{6},449\,8500$
Mars......	$m''' = \frac{1}{2680337} = 0,000\,000\,373\,087$		$\log m''' = \bar{7},571\,8106$
Jupiter....	$m^{\text{iv}} = \frac{1}{1050} = 0,000\,952\,381$		$\log m^{\text{iv}} = \bar{4},978\,8107$
Saturne....	$m^{\text{v}} = \frac{1}{3512} = 0,000\,284\,738$		$\log m^{\text{v}} = \bar{4},454\,4455$
Uranus....	$m^{\text{vi}} = \frac{1}{24000} = 0,000\,041\,666\,7$		$\log m^{\text{vi}} = \bar{5},619\,7888$
Neptune...	$m^{\text{vii}} = \frac{1}{14400} = 0,000\,069\,444\,4$		$\log m^{\text{vii}} = \bar{5},841\,6375.$

Il serait superflu de discuter ici les incertitudes que présentent plusieurs de ces nombres. Les masses entrant comme facteurs dans les perturbations, on rétablira aisément, quand on le voudra, les valeurs qui seront indiquées par une discussion plus approfondie des observations. Et quant aux différences que ces incertitudes des masses peuvent introduire dans le calcul des demi-grands axes des orbites, elles sont trop faibles pour avoir aucune influence sensible sur les expressions des perturbations.

8.

Fig. 2

Ipotizziamo che Mercurio percorra un'orbita circolare e calcoliamo le posizioni che esso assume sulla detta orbita (v. Fig. 3) pensando una prima volta che abbia una massa m_1, pari ad 1/3.000.000 del Sole, ed una seconda volta una massa m_2 pari a 1/5.000.000. Possiamo immaginare di porre queste due masse sull'orbita di Mercurio e di farle orbitare intorno al Sole, facendole partire insieme[19] dal punto in cui sta la massa m_1 della Fig. 3.

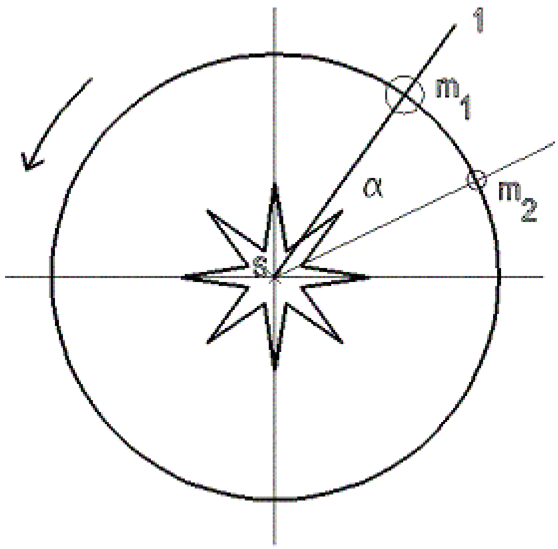

Fig. 3

Dalla (9) abbiamo le due velocità di immissione sulla detta orbita[20] e cioè

[19] E' come se lasciassimo cadere sulla Terra da una certa altezza due masse diverse.
[20] Per i valori usati in queste formule vedi [9].

$$V_{m_1} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-8}\times1989\times10^{30}}{57.91\times10^{11}}\left(1+\frac{1}{3.000.000}\right)} = 4.786.340,581\, cm/\sec$$

$$V_{m_2} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-8}\times1989\times10^{30}}{57.91\times10^{11}}\left(1+\frac{1}{5.000.000}\right)} = 4.786.340,262\, cm/\sec .$$

C'è dunque una apparentemente piccolissima differenza di velocità tra le due masse pari ad appena cm/sec 0.3188 che si sarebbe tentati di porre uguale a zero (Laplace). Dopo un giro completo della prima massa m_1 quest'ultima avrà ripreso la posizione di partenza, mentre la seconda non è ancora riuscita a compiere l'intero percorso e quindi tra di loro c'è una certa distanza. E' quanto dovrebbe accadere, secondo Newton, tra due corpi di masse m_1 ed m_2 che cadessero sulla Terra, ma mentre in questo caso l'accelerazione sarebbe variabile ed il fenomeno avrebbe brevissima durata, nel caso dell'orbita circolare le masse sono sempre soggette alla stessa accelerazione e *cadono indefinitamente* sul Sole, ossia orbitano intorno ad esso, per un tempo parimenti indefinito e tale da rendere sempre più vistoso l'arco che le separa.

Calcoliamo adesso la lunghezza di quest'arco. Ad esempio, dopo un periodo di 88 giorni, periodo di rivoluzione di Mercurio, l'arco sarà pari a

$$\widehat{m_1 m_2}_{88g} = 0.3188\times88\times24\times3600 = cm\,2.423.900,16$$

e, dopo cento anni,

$$\widehat{m_1 m_2}_{100a} = \frac{2.423.900,16}{88}\times36524 = cm1.006.028.744 .$$

L'angolo α al centro del Sole[21] sarà

$$\alpha_{rad} = \frac{1.006.028.774}{57,91\times10^{11}} = 0.000174$$

angolo che espresso in secondi sessagesimali, è pari a

$$\alpha'' = \frac{0.000174\times180°}{\pi}\times3600 = 36'' .$$

Le Verrier, che aveva già avuto successo con la scoperta di Nettuno, sicuro di una replica, comunicò, con grande risonanza alla comunità scientifica dell'epoca, che non si riusciva a spiegare un residuo avanzamento del perielio di Mercurio di 38'' al secolo che Egli attribuì, com'è noto, all'inesistente pianeta Vulcano, la cui presenza avrebbe dovuto dar conto di ciò.

[21] Analogamente si costruiscono le effemeridi di un pianeta.

Invece i semplici calcoli precedenti[22] ci permettono di asserire che l'incertezza sul valore della massa di Mercurio, ritenuta erroneamente trascurabile nel calcolo delle perturbazioni planetarie da tutti gli astronomi sulla scorta dell'accennata valutazione di Laplace [6, Capitolo V], non autorizzava Le Verrier a formulare la sua ipotesi né a porre in dubbio la Meccanica di Newton, come fu poi fatto successivamente da Newcomb.

E' importante osservare che se rifacciamo lo stesso calcolo considerando la massa di Mercurio data da Le Verrier 1/3.000.000 e quella oggi accertata, pari a 1/6.054.795, abbiamo una differenza di velocità di cm/sec 0.40 e quindi un angolo al centro del sole dopo cent'anni pari a

$$0.3188 : 35.6'' = 0.40 : \alpha''$$

da cui si ha

$$\alpha''_{100} = 44''.$$

Anche il lavoro di Simon Newcomb non è esente da una critica analoga. Egli, alla fine dei suoi calcoli, stabilisce per Mercurio una massa che varia nei limiti

$$\frac{1 \pm 0.35}{7900000}$$

ossia

$$m = [3.4 \times 10^{26}, 1.64 \times 10^{26}][g]$$

e se si rifanno gli stessi calcoli ora svolti con questi valori della massa di Mercurio si ottiene un'incertezza secolare nella posizione di Mercurio di 24'' !

Ma c'è ancora qualcosa che non convince in tutta questa faccenda e che riguarda proprio il problema dei due corpi così come formulato da Newton, circa l'ipotizzata fissità del Sole, nonostante l'azione gravitazionale che lo stesso deve subire da parte dei pianeti e la questione della *caduta* dei pianeti che muovono il Sole a seconda della loro massa gravitazionale.

[22] Essi non riguardano direttamente la teoria delle perturbazioni planetarie bensì la cosiddetta orbita kepleriana che viene comunque posta a base del detto calcolo. Infatti le perturbazioni riguardano appunto le variazioni della detta orbita.

Newton e lo spostamento del Sole

Vedremo adesso come sia possibile determinare lo spostamento del Sole, causato dai vari pianeti, con la teoria di Newton; comunque questo procedimento è applicabile a qualsiasi altra teoria gravitazionale.

Rifacciamo gli stessi calcoli svolti in precedenza attribuendo, sempre a Mercurio, il valore oramai noto della sua massa m_1 che è pari ad 1/6.054.795 e, come massa m_2 un valore praticamente nullo.

Nel primo caso avremo

$$V_{m_1} = \sqrt{\frac{6.67\times 10^{-8}\times 1989\times 10^{30}}{57.91\times 10^{11}}\left(1+\frac{1}{6.054.795}\right)} = 4.786.340,179\ cm/\sec$$

e, nel secondo

$$V_{m_2=0} = \sqrt{\frac{6.67\times 10^{-8}\times 1989\times 10^{30}}{57.91\times 10^{11}}} = 4.786.339,784\ cm/\sec .$$

Ciò comporta una differenza di velocità pari a cm/sec 0.394. Pertanto si ha in 88 giorni un arco pari a

$$\overset{\frown}{m_1 m_2}_{88g} = 0.394\times 88\times 24\times 3600 = cm\,2.995.660,8 .$$

In cento anni

$$\overset{\frown}{m_1 m_2}_{100a} = \frac{2.995.660,8}{88}\times 36524 = cm1.243.335.398 .$$

Ciò comporta un angolo al centro del Sole pari a

$$\alpha_{rad} = \frac{1.243.335.398}{57,91\times 10^{11}} = 0.000214$$

ossia

$$\alpha'' = \frac{0.000214\times 180°}{\pi}\times 3600 = 44'' .$$

A questo punto è facile rendersi conto che questo è lo scalzamento o lo spostamento verso il punto γ del Sole prodotto dall'azione gravitazionale di Mercurio sullo stesso.

Infatti, nel momento in cui si considera nulla la massa di Mercurio ciò equivale a dire che il sistema di riferimento ancorato alla massa centrale diventa un sistema completamente inerziale. Se la massa di Mercurio (o di un generico pianeta) è nulla il baricentro K, riportato in Fig. 1, coincide con il centro del Sole e tutti gli osservatori di questa figura si equivalgono completamente; in altri termini la massa centrale è assolutamente ferma (sempre rispetto alle stelle fisse). Se invece si considera la massa reale del pianeta orbitante è evidente che l'incremento di velocità del pianeta ora calcolato, che può essere anche rappresentato dall'arco PP' della Fig. 4, va solo apparentemente attribuito alla massa secondaria[23] mentre è in effetti dovuto al reale movimento della massa centrale rispetto alle stelle fisse, pari all'arco SS'=PP'. Il tutto è riportato nella fig. 4.

[23] Qualora si volesse considerare comunque bloccata o, in ogni caso, inamovibile la posizione del Sole o della massa centrale M. E' comunque evidente che questo bloccaggio è impossibile; tra l'altro con esso si

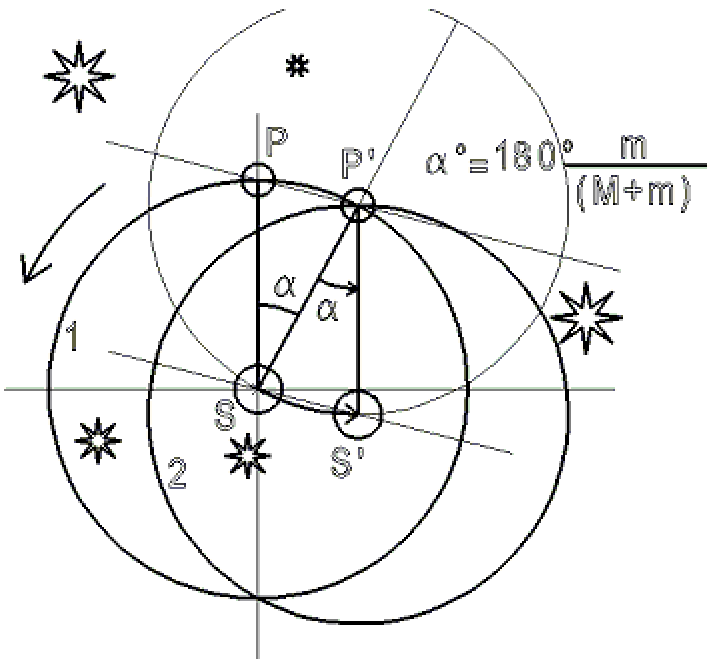

Fig. 4

Infatti, immaginiamo, v. Fig. 4, che il pianeta, conformemente al procedimento newtoniano dei due corpi e quindi possedendo la sua massa reale m, descriva l'orbita 1, considerando, sempre con Newton, il Sole assolutamente fisso. Quindi detto pianeta descriverà esattamente un'orbita intera quando riassume la posizione P. Ma è chiaro che se il pianeta avesse una massa completamente trascurabile, partito da P, avrebbe raggiunto la posizione P', ammesso che l'arco PP' rappresenti appunto quella velocità in più che il pianeta possiede grazie alla sua massa reale m. E solo in questo caso il Sole conserverebbe la sua posizione originaria S [24], così come invece in ogni caso pretende Newton. Ma il pianeta in realtà[25], in virtù della massa reale, raggiungerà la posizione P', in quanto nel frattempo è il Sole che si è spostato, assumendo la posizione S' (e cioè sempre rispetto alle stelle fisse). Sembra dunque chiaro che se, facendo perno in P' ruotiamo l'orbita di Newton, nello stesso senso di rivoluzione del pianeta, di un angolo pari ad α, otteniamo ciò che avviene rispetto alle stelle fisse.
Possiamo dunque dire che mentre l'orbita 1 è vera in assenza di stelle fisse e rispetto ad un sistema di riferimento interamente ancorato alla massa centrale, così come già precisato nella nota n. 11, quella che si ottiene imponendo ad essa la detta rotazione è relativa ad un sistema di riferimento (eliocentrico) che ha solo l'origine nel centro del Sole, massa finita M che si muove rispetto alle stelle fisse.
Allora l'orbita che istante per istante viene descritta dal pianeta e che in un primo momento coincide solo per un breve tratto con quella indicata dalla posizione 1 della Fig. 4, ruota lentamente intorno al pianeta, nel senso di rivoluzione del pianeta stesso, fino ad assumere, dopo un giro completo, la posizione 2. Il tutto come risulta dalla fig. 5.

---

distrugge una quantità di moto enorme. Si può infatti dimostrare che se V_M e V_m sono le due velocità delle due masse rispetto al baricentro K, è valido il Principio di Conservazione della Quantità di Moto espresso dalla relazione $M\ V_M = m\ V_m = \text{Cost.}$, che non è rispettato nel sistema di riferimento non inerziale ancorato alla massa centrale.

[24] Nel caso della fig. 4 il Sole, originariamente sta vicino ad una particolare stella, ivi riportata.
[25] E cioè rispetto alle stelle fisse.

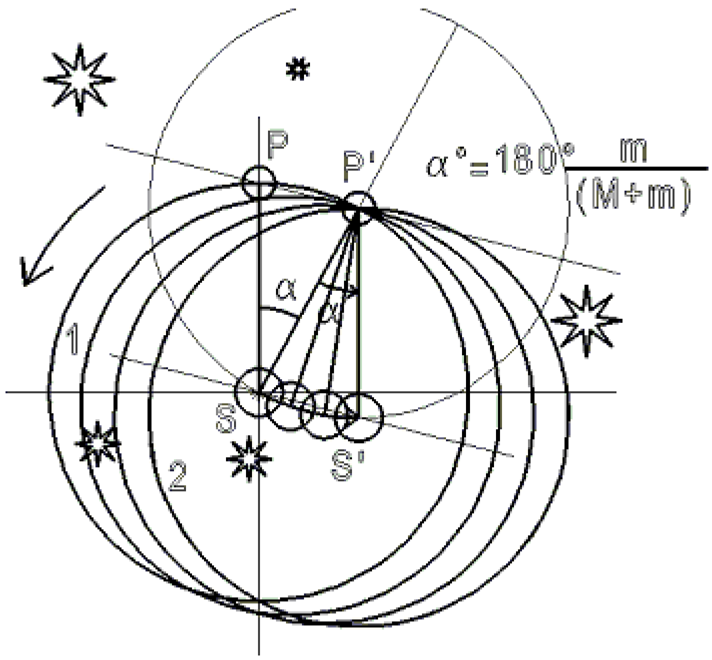

Fig. 5

Nel caso di orbite ellittiche l’effetto è ancora più evidente (v. fig. 6).

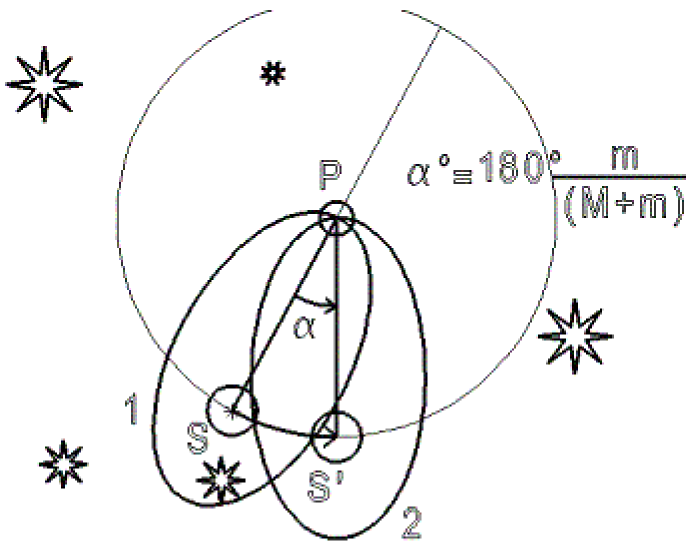

Fig. 6

Evidentemente se l’osservatore eliocentrico continua a considerarsi ancora fisso attribuirà al pianeta un apparente avanzamento del perielio coincidente con l’angolo α, così come rappresentato in fig. 7.

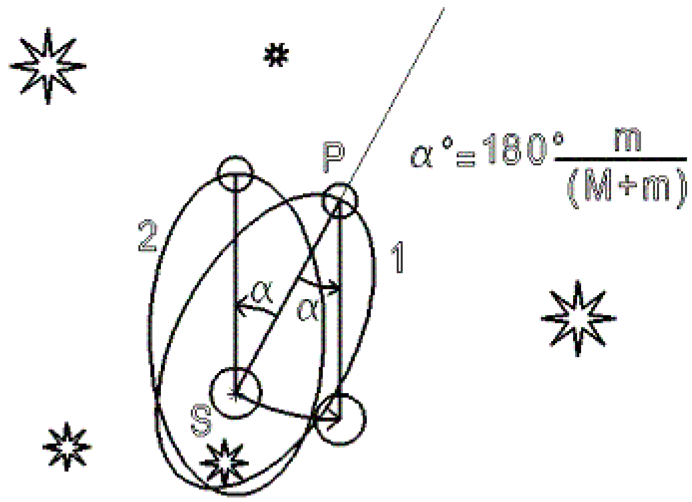

Fig. 7

Andiamo adesso alla determinazione teorica di α. L'aumento di velocità del pianeta da attribuire al reale spostamento della massa M è dato dalla differenza

$$\Delta V = \sqrt{\frac{GM}{d}\left(1+\frac{m}{M}\right)} - \sqrt{\frac{GM}{d}} \qquad (19)$$

differenza che moltiplicata per il periodo di rivoluzione dato dalla (15) fornisce l'arco PP' (fig. 4) relativo ad un tempo pari a quello di rivoluzione e cioè

$$\widehat{PP'} = \left[\sqrt{\frac{GM}{d}\left(1+\frac{m}{M}\right)} - \sqrt{\frac{GM}{d}}\right] \times \sqrt{\frac{4\pi^2 d^2}{GM\left(1+\frac{m}{M}\right)}} = 2\pi d\left(1-\sqrt{\frac{M}{M+m}}\right) \qquad (20)$$

oppure

$$\widehat{PP'} = 2\pi d\left(1-\sqrt{\frac{M}{M+m}}\right) \cong \pi d\,\frac{m}{M+m} \qquad (21)$$

e dividendo tale arco per d si ottiene l'angolo cercato

$$\alpha_{rad} = \frac{\widehat{PP'}}{d} = \pi\frac{m}{M+m} \cong \pi\frac{m}{M} \longrightarrow \alpha° = 180°\frac{m}{M+m} \cong 180°\frac{m}{M} \qquad (22)\,.$$

Una semplice curiosità

L'equazione della gravità newtoniana in un sistema di riferimento completamente ancorato alla massa centrale (vedi nota 11), sistema nel quale si vede l'apparente avanzamento del perielio pari ad α, diventa (per la dimostrazione v. [3,5])

$$F \cong G\frac{Mm}{d^{2+\frac{m}{M}}} \qquad (23)$$

equazione che solo nel caso di Mercurio, assume la forma

$$F \cong G\frac{Mm}{d^{2{,}000.000.165}} \qquad (24)$$

praticamente coincidente con quella che, a suo tempo, propose l'astronomo Hall. Per maggiori dettagli v. [3,5].

Gli spostamenti che i vari pianeti impongono al Sole

Nella tabella che segue sono riportati i vari spostamenti del Sole verso il punto γ causati dall'azione che a loro volta esercitano i pianeti sul Sole, calcolati con la (21).

	Distanza in cm	**Massa in grammi**	**Rivoluzione giorni**	**Angolo alfa in secondi sessagesimali su un periodo di rivoluzione 180°x3600xm/(M+m)**	**Angolo alfa in cento anni**
Mercurio	5,791E+12	3,2850E+26	88,0000	0,1070	**44,42**
Venere	1,082E+13	4,8714E+27	224,7000	1,5871	**257,97**
Terra	1,465E+13	5,9760E+27	365,2400	1,9469	**194,69**
Marte	2,279E+13	6,4500E+26	687,0000	0,2101	**11,17**
Giove	7,783E+13	1,8971E+30	4331,7464	617,4708	**5.206,33**
Saturno	1,427E+14	5,6770E+29	8933,7704	184,8993	**755,93**
Urano	2,870E+14	8,6700E+28	30683,8124	28,2449	**33,62**
Nettuno	4,497E+14	1,0520E+29	60191,5520	34,2715	**20,80**
Plutone	5,947E+14	9,8900E+24	90469,9480	0,0032	**0,00**
Sole		1,9890E+33			

Tabella n. 2

Mentre quello relativo a Mercurio praticamente coincide con l'*inspiegabile* avanzamento[26] del perielio di Mercurio, lo spostamento solare dovuto a Giove è dello stesso ordine di grandezza della precessione lunisolare. Anzi se allo spostamento provocato da Giove si sottrae quello della Terra si ha

$$\beta_{Secolo} = 52{,}0633'' - 1{,}9469'' = 50{,}12''$$

[26] In base a quanto visto dovrebbe trattarsi di un avanzamento apparente dovuto al reale scalzamento del Sole.

praticamente coincidente con il valore dell'attuale precessione solare. Ma vediamo più da vicino questo grandioso fenomeno e come esso viene attualmente spiegato.

La precessione e il moto del Sole

Illustriamo il fenomeno della precessione con l'aiuto della figura che segue.

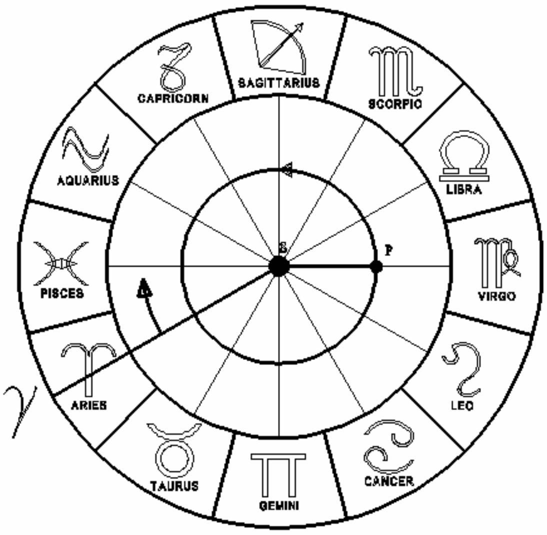

Fig. 8

Al centro di questa figura c'è il Sole ed è rappresentata l'orbita di un generico pianeta che gira intorno ad esso in senso antiorario. In effetti il piano della figura coincide con quello dell'orbita che è anche, grosso modo, il piano dell'eclittica, percorso apparente che fa il Sole intorno alla Terra, proiettato sulle dette costellazioni[27]. Durante il periodo di rivoluzione della Terra intorno al Sole quest'ultimo viene visto sorgere all'alba, sullo sfondo stellare, in una certa costellazione, per cui la sua proiezione cadrà, ad esempio, nella costellazione dell'ariete, poi in quella del Toro, in quella dei Gemelli e così via, fino a ricominciare tutto daccapo l'anno successivo.

Se il Sole è fisso e sono fisse anche le costellazioni e si conta un anno esatto quanto la Terra sta di nuovo allineata con il Sole ed il punto γ[28] non si vede il motivo perché la durata del periodo di rivoluzione del nostro pianeta intorno al Sole non sia rigorosamente costante[29]. Purtroppo però se si misura il tempo di rivoluzione rispetto al detto punto di partenza γ si nota[30] che questo periodo diventa di anno in anno sempre più corto (si tratta di un accorciamento temporale di circa ben 20 minuti). Ciò non significa che il nostro tempo si accorcia ma semplicemente che alcuni punti che ritenevamo fissi non lo sono. Infatti una possibile spiegazione è quella secondo la quale il punto γ non è fisso ma si nuove in senso orario lentamente andando verso la Terra e quindi esso l'incontra prima che essa riesca a compiere il suo intero giro di 360° intorno al Sole. Secondo la versione attuale, l'equatore celeste scorrerebbe lentamente sull'eclittica per cui il punto γ andrebbe

---

[27] E' lì, sulla volta celeste, che noi vediamo il Sole e tutti i pianeti.
[28] Il punto γ è l'intersezione tra l'eclittica, orbita apparente del Sole proiettata sulla volta celeste, è l'equatore celeste, proiezione dell'equatore terrestre sulla stessa volta.
[29] Anno tropico coincidente con l'anno siderale.
[30] In tal caso misuriamo la durata dell'anno, cosiddetto, tropico.

verso la Terra con una velocità di 50'' all'anno. In tal caso la Terra incontrerà di nuovo questo punto quando essa avrà percorso non un angolo completo di 360° ma di 360°-50'' = 359° 59' 10'' e quindi possiamo calcolare con quanto tempo di anticipo la Terra incontra il detto punto γ.

Se la Terra compie 360° in 365,24 giorni[31], per compiere 359° 59' 10'' impiegherà un tempo leggermente minore ossia[32]

$$x = \frac{365.24 - 359.9861}{360} = 365.2259 \quad giorni$$

quindi si ha una differenza temporale pari a

$$365.24 - 365.2259 \equiv 20^m\ 17{,}5^s \qquad (25)\,.$$

In effetti un osservatore terrestre vede il Sole coincidere con il punto γ[33] con l'anticipo temporale dato dalla (25) di anno in anno.

Dunque si tratta di un moto relativo tra il Sole ed il detto punto ed occorrerebbe stabilire preliminarmente se è il punto γ ad andare verso il Sole di 50'' all'anno o è esattamente il contrario oppure c'è una soluzione intermedia ! Fatto sta che Newton attribuisce questo moto relativo al solo punto γ considerando cioè il Sole assolutamente fisso[34]. Egli attribuisce questo moto all'azione gravitazionale del Sole e della Luna sul rigonfiamento equatoriale della Terra, azione che farebbe compiere al nostro pianeta il noto moto dell'asse della trottola, ma le relative determinazioni analitiche, come meglio si vedrà tra breve, sono poco chiare e criticabili perché molto ad hoc.

Se invece osserviamo la fig. 9 - in essa sono rappresentate le due orbite che descrivono M ed m intorno a K ed in più l'orbita che descriverebbe la massa m intorno ad M, nell'ipotesi della sua fissità rispetto alle stelle fisse - ci viene incontro una soluzione alternativa, o una causa prima trascurata, sempre però strettamente conforme alla teoria della Gravitazione Universale di Newton.

---

[31] Anno siderale.

[32] Anno tropicale. Ciò comporta la notissima questione del calendario e della necessità di adottare l'anno bisestile.

[33] Il punto γ non è a sua volta facilmente individuabile astronomicamente e lo si fa coincidere con l'equinozio primaverile.

[34] Ed anche qui, ancora una volta, si contraddice. Infatti nel Libro III dei Principia (Prop.ne XII. Teorema XII) testualmente afferma: *Il Sole si muove di moto continuo, ma non si allontana mai di molto dal comune centro di gravità.*

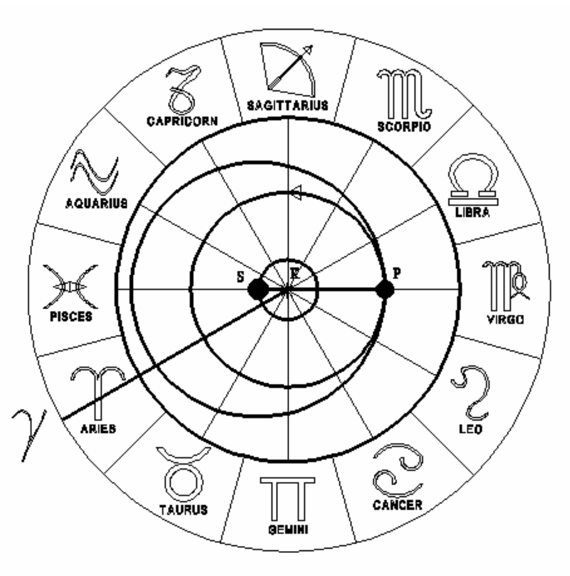

Fig. 9

Se il pianeta P è questa volta Giove è chiaro che al centro della figura non ci sarà l'immobile Sole ma il baricentro K di questo sistema binario[35]. Nella figura sono rappresentate le orbite del Sole e di Giove intorno al baricentro K ed anche l'orbita di Giove relativamente al centro del Sole. Sembra abbastanza evidente che il Sole, dovendo girare intorno a K, imporrà all'orbita di Giove (o di un altro pianeta) di fare altrettanto. D'altra parte se, per un qualsiasi motivo fisico, il Sole è costretto a girare intorno ad un determinato punto in senso antiorario, è chiaro che un osservatore eliocentrico, che non ha modo di avvertire la sua accelerazione, considerandosi immobile, vedrà le dette costellazioni ruotare in senso orario intorno a se stesso, con la stessa velocità.
Vedi fig. 10 e 11, che seguono.

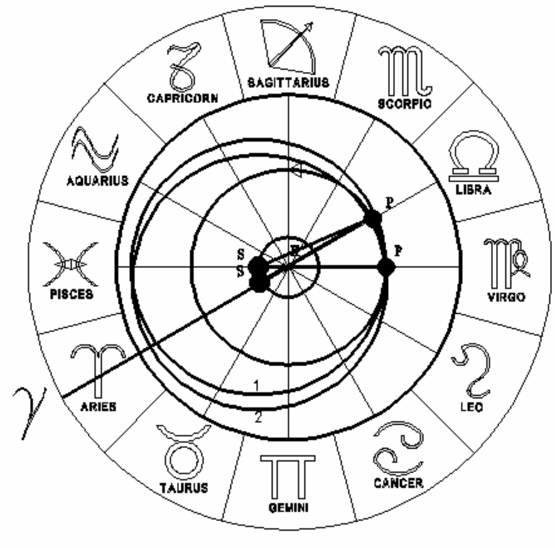

Fig. 10

[35] Abbiamo visto che tutti i pianeti provocano lo stesso effetto che è però proporzionale alla loro massa. Quindi è chiaro che quello dovuto a Giove è il più grosso. Combinando tutti i vari effetti si avrà un valore variabile medio sensibilmente minore.

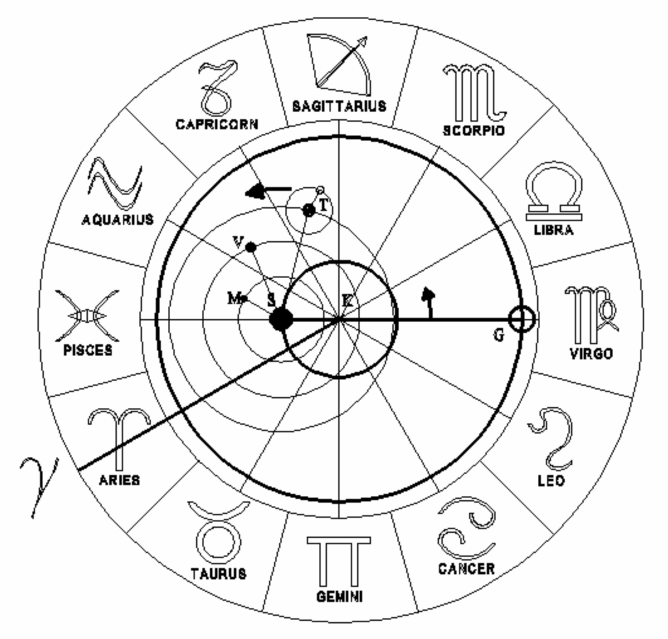

Fig. 11

Ovviamente quanto si evince dalle dette rappresentazioni grafiche è suscettibile di una traduzione analitica più complessa (vedi II Parte). Ciò comporta che le presenti considerazioni analitiche sono, per così dire, del primo ordine e quindi possono essere solo affinate con ulteriori sviluppi analitici (Problema degli enne corpi).
Come già abbiamo visto in precedenza, se calcoliamo quell'apparente velocità in più che Giove possiede rispetto al Sole in virtù della sua massa gravitazionale e che in realtà, per effetto del detto scalzamento, va attribuita al Sole abbiamo

$$\Delta V = 622.468 \quad cm/\sec.$$

Con questa velocità il Sole, facendo continuamente perno su Giove[36], descrive, a sua volta, una circonferenza pari a quella descritta da Giove stesso[37], ciò ci consente di calcolare quanto tempo impiega il Sole a percorrerla completamente

$$T = \frac{2\pi d}{\Delta V} = \frac{2\pi 778.34 \times 10^{11}}{622.468} = 7.86 \times 10^{11} \sec \rightarrow 24.900 \; anni,$$

valore che praticamente coincide con l'anno platonico.

E' dunque evidente che sia la fievole precessione di Mercurio che la più che consistente precessione *lunisolare* troverebbero, nel pieno ambito della gravitazione Universale di Newton, una nuova univoca e coerente interpretazione fisica.

Resterebbe comunque in questa teoria una forte contraddizione interna che riguarda l'attuale interpretazione della precessione lunisolare che forse, ad un esame più approfondito, può ancora sopravvivere, ma in maniera piuttosto ridotta.

[36] A voler considerare per il momento solo Giove.

[37] Percorso o circonferenza che potremo chiamare platonica.

Critica alla precessione lunisolare

Il fenomeno della precessione degli equinozi fu scoperto da Ipparco [10], il quale confrontò le posizioni eclittiche (longitudine λ e latitudine β) della stella Spiga (stella α della costellazione della Vergine), che Egli rilevò nel 129 a. C., con quelle a suo tempo determinate 144 anni prima dall'astronomo Timocharis. Come dice C. Barbieri [10], da questo confronto Ipparco si accorse che la longitudine λ era cresciuta di circa 2°, mentre la latitudine era rimasta invariata.

Dividendo i 2°=7200'' per 144 anni si ottiene il tasso di crescita di detta longitudine che è appunto di 50'' all'anno, valore che praticamente coincide, come abbiamo visto, con l'avanzamento, in senso orario, del Sole soprattutto provocato da Giove, verso il punto γ.

Vediamo ora come invece Newton giustifica questo spostamento. Innanzi tutto Egli fa l'implicita ipotesi – assolutamente inconciliabile con la sua stessa teoria - che il Sole sia assolutamente fisso. E', per contro, possibile calcolare, con le sue stesse formule, l'accelerazione che il Sole subisce in virtù dell'azione che i pianeti esplicano su esso. Accelerazione evidentemente sempre ritenuta trascurabile (Vedi legge di Galilei).
Aiutiamoci a capire la sua spiegazione con l'ausilio della fig. 12.

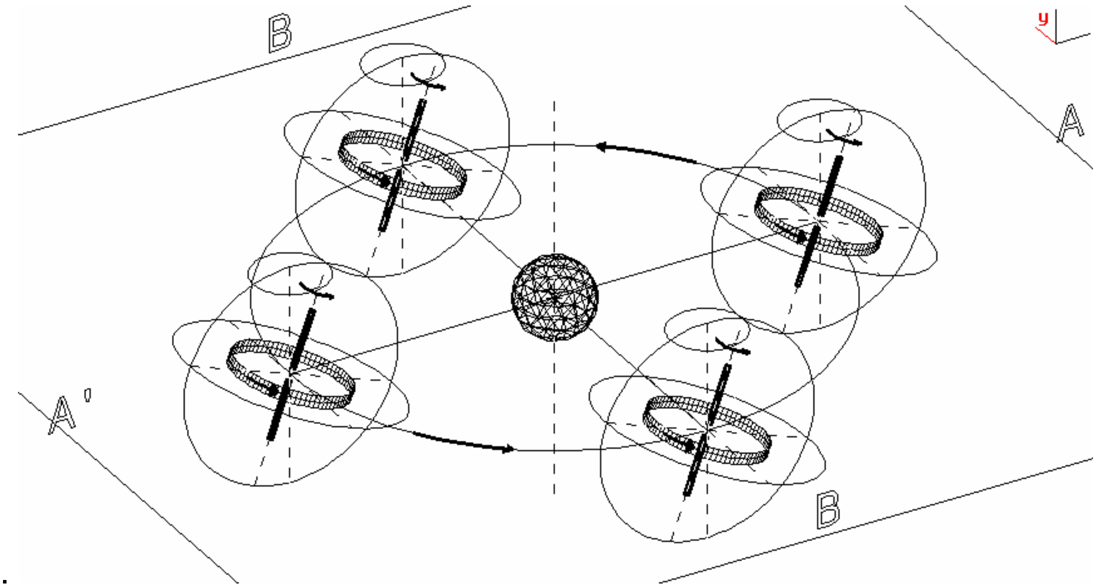

Fig. 12

In essa è riportata l'orbita che descrive la Terra, in senso antiorario, intorno al Sole e la Terra stessa è rappresentata da un manubrio costituito da un cilindro poco spesso, praticamente un disco, e da un'asta che funge da asse terrestre la cui rotazione è anch'essa antioraria, il tutto per ingrandire visivamente il fenomeno. Invero il rigonfiamento equatoriale, in rapporto alla sfericità terrestre, è tanto piccolo da far temere fenomeni di instabilità dell'asse terrestre. Quando questo manubrio sta in A la parte del disco che è più vicina al Sole sta sopra il piano dell'orbita, mentre quella più lontana sta sotto. E' evidente che l'azione gravitazionale del Sole, in questa posizione, tende a far sì che il detto asse di rotazione terrestre tenda a diventare ortogonale al Piano dell'orbita. Man mano che la Terra passa dalla posizione A a quella B la detta azione si attenua fino a diventare nulla in B per poi ricrescere di nuovo quando la Terra va da B in A'. Analoga azione esercita la Luna in quanto ruota intorno alla Terra in un piano che non coincide col piano equatoriale.

Questa azione provoca una rotazione dell'asse di rotazione terrestre intorno all'asse perpendicolare al piano dell'orbita (eclittica), questa volta in senso orario. Per cui un punto della superficie terrestre viene ad essere affetto da una velocità antioraria, dovuta alla rotazione dell'asse terrestre su se stesso, e da una velocità oraria[38], dovuta al fatto che questo asse descrive, a sua volta, una superficie conica intorno all'asse verticale all'eclittica e passante per il centro della Terra.

Indubbiamente il fenomeno fisico sussiste, ma è vero anche che il Sole non è immobile e va, verso lo stesso punto γ, spinto dal contributo, ancora incognito, di tutti i pianeti del sistema solare. Occorre quindi stabilire l'entità dell'uno e dell'altro fenomeno.

Esaminiamo un po' più da vicino la teoria della precessione. Newton, che non vede altre cause se non quelle esclusivamente giroscopiche, con delle similitudini tra i noti moti dei nodi lunari ed in base a certe discutibili assunzioni, fa quadrare i conti in modo più che sospetto.

Questo suo modo di fare, usato anche in altri casi[39][4], è criticato apertamente ed in primis da Daniel Bernoulli il quale, così come riferisce M. d'Alambert nell'introduzione del suo massiccio lavoro sulla precessione [12], rifacendo gli stessi calcoli di Newton ma usando meno ipotesi ad hoc, trova che con i cosiddetti fenomeni giroscopici si possono giustificare solo 35'' all'anno, restando del tutto ingiustificati i rimanenti. D'Alambert [12] scende a 30'' all'anno.
Ciò potrebbe sembrare poca cosa, ma così non è. Infatti dobbiamo dire che i perieli di tutti i pianeti del sistema solare, che sono sempre riferiti al detto punto γ ritenuto provvisoriamente fisso, si muovono in senso antiorario di quantità cospicue in cento anni, così come risulta dalla seguente tabella n. 3.

Pianeta	Avanzamento in secondi sessagesimali in 100 anni	Avanzamento residuo (5000)"	Avanzamento residuo (3500)"
Mercurio	5.600,82	580,82	2.100,82
Venere	5.064,42	44,42	1.564,42
Terra	6.190,67	1.170,67	2.690,67
Marte	6.627,20	1.607,20	3.127,20
Giove	5.799,66	779,66	2.299,66
Saturno	7.053,27	2.033,27	3.553,27
Urano	5.344,82	324,82	1.844,82

Tabella n. 3

Se quindi al moto proprio di γ si riescono ad attribuire e giustificare 50'' all'anno per i detti fatti giroscopici, ovvero 5000 secondi al secolo, con la teoria delle perturbazioni planetarie bisogna giustificare il residuo che è riportato della terza colonna che, ad esempio, nel caso di Mercurio ammonta a circa 580'' al secolo[40]. Se invece, con la teoria della precessione lunisolare si riescono a giustificare solo 35'', ovvero 3500'' al secolo, allora la teoria di Newton deve giustificare ben altri residui, che sono riportati nella quarta colonna, giustifica

[38] Già qui sorge un grosso problema. Il cosiddetto giorno siderale (tempo di passaggio ad un prefissato meridiano di una determinata stella), che dovrebbe misurare solo la velocità di rotazione dell'asse terrestre, evidentemente misura già la differenza di queste due velocità. Analogo discorso per l'anno siderale.
[39] Nella verifica della Legge di gravità, considerando il caso della Terra e della Luna.
[40] Oggi sicuramente ci sono dei dati più precisi, ma ciò non ha alcuna influenza sul nostro discorso.

impossibile a farsi se non attraverso una forte correzione della Legge di Gravitazione Universale, correzione che è anche molto al di fuori della portata della Relatività Generale.

E' chiaro dunque che nel caso in cui si riuscissero a spiegare solo 35'' con la precessione lunisolare si aprirebbe una crisi nella teoria newtoniana senza precedenti[41].

Allora è assolutamente importante stabilire, con una sorta di prova del nove, se le critiche di Bernoulli, Eulero e d'Alambert (BED), scienziati di tutto rispetto, hanno, ancora oggi, la loro validità, per poi approfondire dovutamente l'intera problematica in un successivo momento.

Una prima prova del nove.

Non è qui il caso di riportare la complicata trattazione analitica della precessione lunisolare [11][12][13], in questa sede però è opportuna la discussione della formula risolutiva[42] [11, pag. 297 e seguenti]

$$4.76 \times \frac{n^2}{\varphi'} \left[\frac{I_3 - I_1}{I_1} \right] \cos \varepsilon \qquad (26)$$

dove n = 360°, $n / \varphi' = 1/366.24$, $\cos \varepsilon = 0.9174$[43]. Il termine in parentesi quadra contiene i vari momenti d'inerzia dell'ellissoide omogeneo di rotazione e rappresenta l'indice di schiacciamento della Terra. Se esso si assume pari a 1/306.8 si ha

$$4.76 \times \frac{360°}{366.24} \times \left[\frac{1}{306.8} \right] \times 0.9174 = 0.01399° \equiv 50.36'' \qquad (27) .$$

Questa formula, come già detto, tralasciando per il momento altre considerazioni di fondo che faremo tra breve, contiene il rapporto dei momenti d'inerzia dello sferoide di rotazione, la cui valutazione si basa sull'ipotesi che esso sia omogeneo ed abbia un certo grado di schiacciamento. Invece oggi sappiamo che la Terra[44] è costituita da una sottile crosta che galleggia su di un magma incandescente e quindi una coppia applicata sul rigonfiamento equatoriale, più che trasferirsi interamente al magna sottostante per attrito[45], dovrebbe e potrebbe causare uno slittamento di detta crosta. Ciò dovrebbe causare una prevedibile deriva dei continenti, la produzione di specifiche faglie tettoniche, lo spostamento dei poli e dovrebbe giustificare, cosa impossibile per la spiegazione newtoniana, i periodi di glaciazioni avutisi nelle epoche passate, in cui certamente l'asse di rotazione giaceva quasi completamente nel piano dell'eclittica. Ma tutto questo comporta anche che il vero rapporto dei momenti d'inerzia, che indicheremo con la lettera β, dovrebbe essere calcolato, al limite, tenendo conto solo del solido lenticolare che si ottiene dal detto sferoide quando ad esso viene sottratto il volume dell'intera sottostante sfera. Certamente possiamo affermare, data la detta costituzione della Terra, che l'intervallo di esistenza di β è piuttosto ampio e va da un valore corrispondente ad un uniforme ellissoide di rotazione a quello relativo al detto solido lenticolare.

---

[41] Le crisi, in genere, si trasformano quasi sempre in nuove prospettive.
[42] La soluzione ha dei termini variabili che non vengono considerati, ritenendoli mediamente nulli.
[43] Dove ε =23° 27' è l'angolo d'inclinazione dell'asse terrestre, φ' è la variazione temporale del punto γ.
[44] Coperta per i 2/3 d'acqua.
[45] Provocando probabilmente il campo magnetico terrestre.

Ed è significativo che Danjon [11], dopo aver scritto la (26), non va a calcolare[46] il valore della precessione ma, ammettendo detto valore già noto, determina l'incognito valore del rapporto dei momenti d'inerzia !

Noi qui, per non dare dei numeri del tutto arbitrari ma che invece hanno un più che attendibile grado di affidabilità, al fine di saggiare la veridicità o meno della fondamentale critica di BED, ricorreremo al fenomeno della nutazione libera eureliana dell'asse terrestre.

Come è ben noto essa [14,15] si ha quando su di un giroscopio ha agito per il passato un breve impulso rotazionale il cui vettore non coincise con l'asse di rotazione dell'ellissoide e che provoca un'oscillazione dell'asse terrestre che oggi perdura ancora[47] anche in assenza di coppie motrici persistenti.

In tal caso la frequenza di detta libera nutazione è solo funzione della velocità di rotazione dell'asse del giroscopio e del detto rapporto d'inerzia. Si ha cioè la nota formula [14,15]

$$f = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{I_3 - I_1}{I_3}\right] \omega_3 = \frac{1}{2\pi}\beta\,\omega_3 \qquad (28),$$

dove ω_3 è la frequenza di rotazione della Terra intorno al proprio asse, pari a 2π/giorno.
Se ora noi introduciamo in essa il valore β calcolato con la (26) ritenendo noto il valore della precessione lunisolare di 50,36'', così come fa Danjon, abbiamo [14, pag. 265]

$$f = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{I_3 - I_1}{I_1}\right]\omega_3 = \frac{1}{2\pi}(0.00326)(2\pi) = 0.00326 \quad rivol\,/\,giorno \qquad (28)$$

e cioè una frequenza di 0.00326 rivoluzioni al giorno, a cui corrisponde un periodo di circa 1/0.00326=307 giorni, in netto contrasto con il valore sperimentale che risulta essere di circa 430 giorni [15, Vol. I, pag. 179, 180 e 181] [14, pag. 257,265].
Questa vistosa discrepanza tra teoria ed esperienza viene attribuita, solo nel caso specifico della nutazione eureliana, al fatto che la Terra non è giustamente un corpo rigido etc. etc. [15, Vol. I, pag. 179, 180 e 181] [14, pag. 257,265], ma quando questo stesso rapporto lo si introduce nella (27) e si trova che il valore teorico della precessione coincide con quello sperimentale, in tal caso, per evitare evidentemente un catastrofico risultato, ci si dimentica completamente e stranamente che la Terra non è affatto rigida !
Ed è evidente che questo comportamento, affatto ortodosso, è dovuto esclusivamente al fatto che se non si riescono a giustificare con i fenomeni giroscopici tutti i 50'', si apre una crisi nella moderna Meccanica Celeste, come già detto, senza precedenti.
Ma se, data l'estrema semplicità della (28), pensiamo nota e pari a quella osservata la frequenza della precessione euleriana, proprio grazie alla (28), siamo in grado di ottenere per β un valore esente da ogni e qualsiasi critica. Con ciò abbiamo che

$$\beta = \frac{I_3 - I_1}{I_1} = \frac{1}{430}\,.$$

Se ora introduciamo nella (27) questo valore otteniamo per la precessione

[46] Questa formula già contiene il valore della precessione rappresentato da φ'.
[47] Probabilmente causata dalla caduta di un grosso meteorite, impatto avutosi in ere passate.

$$4.76 \times \frac{360^\circ}{366.24} \times \left[\frac{1}{430} \right] \times 0.9174 = 0.00998^\circ \equiv 35.9'' \qquad (29)\,.$$

E dunque le critiche che Bernoulli, Eulero e d'Alambert mossero alla spiegazione di Newton sono più che fondate !!!

Ma, si badi bene, Bernoulli, Eulero e d'Alambert non criticarono il valore del momento d'inerzia bensì soprattutto il rapporto, scelto ad hoc, tra l'azione solare e quella lunare. Ed a questo proposito c'è da precisare che la giusta similitudine che Newton stabilisce tra l'avanzamento dei nodi lunari, dovuto all'azione del Sole, ed i fenomeni giroscopici è certamente indubbia ed innegabile, ma l'entità dell'avanzamento dei nodi lunari, proprio perché anche la Terra viene pur essa, e fortissimamente, scalzata dalla Luna, non può essere interamente attribuita all'azione del Sole[48]. Ciò evidentemente comporta un forte abbattimento dell'azione del Sole e, per conseguenza, della Luna, ma di ciò, almeno per il momento, non ne terremo proprio conto alcuno.

Detto questo, già solo in base alla critica di BED, nasce[49] la necessità di giustificare, con la teoria delle perturbazioni planetarie, una differenza che, in base a queste prime determinazioni, ammonterebbe a circa 15'' all'anno, vale a dire, a ben circa 1500'' al secolo che sono, come già accennato (v. Tab. 3), del tutto ingiustificabili secondo le più moderne teorie sulla gravità.

Una percorribile strada per una possibile soluzione di questo grosso e sempre taciuto problema potrebbe essere la seguente. Ammessa momentaneamente valida la critica di d'Alambert secondo la quale, con gli effetti giroscopici si riuscirebbero a giustificare circa 30''; trascurata, e ciò a forte vantaggio della tesi giroscopica e per il momento la forte riduzione dei nodi lunari per l'effetto dello scalzamento, atteso che la correzione del rapporto dei momenti d'inerzia, trascurata da d'Alambert, comporta un ulteriore abbattimento del 72%, si può dire, in prima istanza, che sarebbero giustificabili con gli effetti giroscopici solo circa 15''~ 20''.

L'effetto di scalzamento di Giove, considerando l'azione frenante della Terra, Saturno ed Urano, giustificherebbe 52-2-6.3-0.34=43'', e quindi si avrebbero 43'' che, aggiunti a quelli dovuti ai fatti giroscopici, darebbero per la precessione un valore molto vicino a quello sperimentale pari a 50''. E dunque, in definitiva, lo spostamento relativo tra il punto γ ed il Sole verrebbe, in parte, attribuito all'innegabile moto del Sole ed in parte agli effetti giroscopici, facendo così salva la legge newtoniana dell'inverso del quadrato della distanza. E tutto questo potrebbe costituirebbe il più grande successo dell'insuperabile Newton.

Intravista questa possibile soluzione, bisogna ancora osservare che nella (27) viene introdotto l'anno siderale, che dovrebbe rappresentare esattamente il tempo di rivoluzione della Terra intorno al Sole. Esso viene rilevato attendendo che il Sole e la Terra si riallineino con una determinata stella fissa, e cioè con il famoso punto γ[50]. Ed è chiaro che

[48] Questo è un argomento che, per questioni di spazio, non può essere affrontato adesso.
[49] Per la verità, questa crisi sarebbe dovuta venir fuori già tanto tempo fa, e sarebbe istruttivo capire come mai ciò non avvenne.
[50] Ma allora questo punto è fisso o non è fisso. In ogni caso la determinazione del suo moto non è poi determinabile tanto facilmente, dovendo ricorrere alla determinazione dell'equinozio primaverile, sempre legata al moto del Sole.

ciò sarebbe vero solo qualora il Sole fosse assolutamente fermo, il che ovviamente è assolutamente inconcepibile!

E dunque viene fuori un'altra fortissima ed evidentissima conclusione: se il Sole si sposta per una causa qualsiasi e di una data quantità verso il punto γ, l'anno siderale non coincide più, come oggi si presuppone, con il periodo di rivoluzione della Terra intorno al Sole !

E' grossomodo quanto giustamente ed accanitamente sostiene anche il gruppo del **Binary Research Institute** di Walter Cruttenden [15], il quale però attribuisce ad una stella[51] compagna del Sole, e non soprattutto a Giove, tutto l'intero fenomeno della precessione lunisolare.

Conclusioni

Abbiamo voluto, in questa sede, delineare un problema, nella speranza di averlo tratteggiato sufficientemente e di aver indicato, seppur sommariamente, una sua possibile ed eventuale soluzione che comunque richiede un'ulteriore analisi di molteplici e disparati fattori, non ultimo anche quello di una velocità finita dell'azione gravitazionale.

Bibliografia

[1] Isaac Newton **Philosophia Naturalis Principia Matematica** (1687)
[2] Carlo Santagata **Considerazioni sul Principio di Relatività Generale** (Liguori Editore Napoli 1985)
[3,5] Carlo Santagata **Sui paradossi di Newton** (Nicola Longobardi Editore 2002), Comunicazione al Congresso Nazionale di Fisica – Sezione di Fisica Generale – Presieduta dal Prof. Giuseppe Giuliani dell'Università di Pavia - (Alghero 2002)
[4] Carlo Santagata **L'errore di Leverrier e Newcomb sul calcolo del perielio di Mercurio** Comunicazione al Congresso Nazionale di Fisica – Sezione di Astrofisica – Presieduta dal Prof. Francesco Melchiorri dell'Università di Roma1 (Parma 2003)
[5,3] Carlo Santagata **On Newton's paradoxes**
http://www.journaloftheoretics.com/Links/Papers/gravi.pdf
[6] P.S. Laplace **Celestial Mechanics** Chelsea publishing Company Bronx, N.Y, 1966
[7] Urban Le Verrier **Mouvement de Mercure** (1845)
[8] Urban Le Verrier **Recherches Astronomiques** (1855)
[9] Antonio Leone **Il moto dei corpi celesti** Franco Muzio editore (1982)
[10] Cesare Barbieri **Lezioni di Astronomia** Editore Zanichelli (2003)
[11] André Danjon **Astronomie Générale** Albert Blanchard Paris (1986)
[12] M. d'Alambert **RECHERCHES sur la précession DES EQUINOXES et sur la nutation De L'AXE DE LA TERRE dans le systeme newtonien** Libraire David (1749)
[13] M. Poissont **PRECESSION DES EQUINOXES** Mallet-Bachelier (1857)
[14] Murray R. Spiegel **Meccanica Razionale** Schaum Editore (1974)
[15] Gino Cecchini **Il Cielo** UTET (1969)
[16] **Binary Research Institute** http://www.binaryresearchinstitute.org/

[51] Stella ancora tutta da scoprire.