

Le straordinarie precisioni delle effemeridi planetarie di Simon Newcomb (1894-1897) *

Giuseppe Matarazzo †

Agosto 2002

Sommario

C'è una sorta di mistificazione attorno al concetto secondo cui le attuali e accuratissime precisioni di calcolo delle effemeridi siano dovute all'uso dell'elaboratore elettronico. Le equazioni differenziali del moto perturbato risolte numericamente dal grande scienziato americano **Newcomb** e da lui tabulate a beneficio dei redattori delle effemeridi planetarie del Naval Observatory sono di impareggiabile precisione rispetto alla teoria VSOP87 del Bureau des Longitudes di Parigi (quella completa, non la ridotta e lacunosa di J.Meeus). Nel lavoro vengono presentati due esempi, i transiti sul Sole di Mercurio e Venere del 2003 e 2004, ed i relativi confronti con i calcoli attuali. Gli scarti, dell'ordine degli arcosecondi, sono essenzialmente dovuti all'introduzione di valori delle masse planetarie lievemente differenti e che adesso sono più precisi per effetto dei rilevamenti astronomici.

1 Introduzione

Il prorompente sviluppo che la Meccanica Celeste ha avuto nel corso del XVIII e, soprattutto, del XIX secolo ha consentito all'Astronomia di raggiungere vertici di indiscussa eccellenza. Gli studiosi di allora usavano come computer i soli *logaritmi* e qualche rumorosa e lenta *macchina addizionatrice*; ma, ciononostante, sono riusciti a raggiungere delle *elevatissime* precisioni di calcolo.

Ricordiamo che per risolvere il *moto perturbato degli n-corpi* non si può trovare una soluzione analitica esatta, come nel caso *kepleriano* dei 2 corpi, ma si deve ricorrere per forza a dei metodi iterativi che consentono, attraverso uno sviluppo in serie delle equazioni di moto, di determinare le diverse *perturbazioni* planetarie.

Chi riuscì a primeggiare in questi studi fu lo scienziato statunitense **Simon**

*Relazione presentata al 35mo Congresso dell'Unione Astrofili Italiani

†Ingegnere e Astrofilo, Canicattini Bagni (Siracusa) *e-mail*: joematara@hotmail.com

Newcomb, che tra il 1894 e il 1897 completò la sua *teoria planetaria* pubblicando le famose **Tables** che furono subito adottate dal Naval Observatory per il calcolo delle *American Ephemeris*.

Scopo di questo lavoro è quello di confrontare le effemeridi di due pianeti calcolate con il metodo di Newcomb con quelle ottenute usando la moderna teoria planetaria VSOP87 [3] del Bureau des Longitudes di Parigi. Saranno analizzati due esempi di calcolo delle coordinate polari eliocentriche (l, b, r) di Venere e Mercurio in due date *significative*, quelle dei loro prossimi *transiti* sul Sole; per non appesantire la trattazione, solo per Venere sarà mostrato al completo lo sviluppo dei calcoli.

2 Le Tavole di VENERE

Queste tavole, i cui riferimenti sono riportati in [1], occupano ben 110 pagine e furono scritte da Newcomb per essere utilizzate dai redattori degli almanacchi del Naval Observatory. L'epoca di riferimento è lo *0 Gennaio 1900 GMN* (Greenwich Mean Noon), ossia il mezzogiorno del 31 Dicembre 1899 per cui gli orari di calcolo delle effemeridi vanno anticipati di 12 ore rispetto ai nostri che hanno origine a mezzanotte.

La tabella a seguire, riportata integralmente, mostra il calcolo di longitudine eliocentrica, logaritmo decimale del raggio vettore e latitudine eliocentrica di Venere in un istante del suo *transito* sul Sole.

VENERE, Coordinate Polari Eliocentriche, Simon NEWCOMB (1897)
Data 07/06/2004 ore 20:20 GMN, equivalenti a 08/06/2004 ore 08:20 TU

Tabelle	K.	I.	II.	III.	IV.	A.	S.	Long.
	giorni	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gio.	gr. ' "
Tab. I, 2000	123.4631	47.90	158.45	118.53	48.21	321.88	36	199 12 42.88
Tab. II, 04	21.4440	39.36	225.41	118.15	115.03	56.30	133	163 31 32.91
Tab. III, 7 Giu	158					158	158	253 8 33.56
Tab. IV, 20h	0.8333					0.83	0.8	1 20 6.51
" ", 20m	0.0139					0.01	0.0	1 20.11
Tab. V,	0.0009							5.78
Somme	303.7552	87.26	383.86	236.68	163.24	537.02	328	617 14 21.75
Tab. VI, Periodi	224.7008	33.26	147.64	39.25	6.22		230	360

Differenze e	79.0544	120.52	531.50	275.93	169.46	537.02	98.3	257	14	23.79
Somme	Diff.	Somma	Somma	Somma	Somma	Diff.	Dif.	Diff.		
MultipliPeriod		120	480	240	120					
Argomenti,etc K=79.0544	0.52	51.50	35.93	49.46	537.02	98.3	257	14	23.79	
g= K-0.649577	-0.650									
Arg_Anomalia g	78.405								T=	1.04228

Longitudine				Raggio Vettore					
	g ->	72	80	88		g ->	72	80	88
			(g0)					(g0)	
Tab. VII, Arg.I		96	93	90	Tab. XVI, Arg.I		36	40	44
" VIII, Arg.II		752	802	850	" XVII, Arg.II		33	37	47
" IX, Arg.III		263	258	251	" XVIII, Arg.III		120	129	137
" X, Arg.IV		239	192	173	" XIX, Arg.IV		633	588	524
Somma		1350	1345	1364	Somma		822	794	752
			(y0)					(y0)	
D'			-5	+19	D'			-28	-42
D"			+24		D"			-14	

$$n=(g-g_0)/8 = -0.20$$

$$y=y_0+n/2(D'1+D'2+nD'') = 1344 \quad (1/100'') \quad y = 801 \quad (\text{ottava decimale del Log.})$$

	gr.	'	"		
Long.	257	14	21.75	Tab.XVI-XIX	801
Tab.VII-X			13.44	Tab.XX, Arg.A	1688
Tab.XI, Arg.A			16.52	Tab.XXI,Arg.S	6
Tab.XII,Arg.S			0.18	Tab.XXII,Arg.K	
Tab.XIII,Arg.K				=-1220*1.04228=	
=-15.87*1.04228=				=(T-0.0019T^2)=	-1272
=(T-0.0019T^2)=			-16.54	Tab.XXIII, Arg.K	9.86104699
Tab.XIV, Arg.K	37	56.24		Somma(Log_Raggio)	9.86105922

Somma	257	52	31.59
Theta	76	42	11.38
u=Diff.	181	10	20.21

Tab.XV, Arg.u			-7.59
" "			0.00

$$r = 0.726204975 \text{ UA}$$

Latitudine				
	g ->	72	80	88
			(g0)	
Tab.XXIV, Arg.II		+0.08	+0.02	-0.10
" XXV, Arg.IV		-0.10	-0.07	-0.04

	gr.	'	"					
LONGITUDINE	257	52	24.00		Somma	-0.02	-0.05	-0.14
(Equin.Medio)							(y0)	
-----					y=	-0.04	(1/100")	D' -0.03 -0.09
	gr.	'	"				D"	-0.06
Tab.XXIV-XXV	0	0	-0.04	Tab.XXVII	-0	4	5.98	
Tab.XXVI,Arg.u								
=-0.07*1.04228=				LATITUDINE	-0	4	6.09	
=(T-0.0019T^2)=			-0.07	gr.	'	"	{..fine tab.}	

3 Confronto con la Teoria VSOP87

Questa teoria [3] non è l'ultima che il BdL ha sviluppato in ordine di tempo; difatti si ha notizia, via web, che è stata messa a punto la teoria VSOP99 di cui non sono disponibili, per probabili problemi di *copyright*, i numerosissimi coefficienti periodici, come invece avviene per la VSOP87 al sito <ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/cats/VI/81>. C'è da dire che il software del BdL, disponibile sul sito internet indicato, è di gran lunga superiore a quello che qualsiasi astrofilo può svilupparsi da solo usando i coefficienti ridotti (e talora lacunosi) del noto libro di Jean Meeus.

Tenendo conto di un ΔT di 69sec tra il tempo dinamico e quello universale, si calcolano per le ore 08 : 21 : 09 i seguenti valori delle coordinate polari:

<i>Longitudine</i>	<i>Latitudine</i>	<i>Raggio Vettore</i>
4.5007681905 rad	-0.00119600988 rad	
= 257° 52' 30.07"	= -0° 4' 6.71"	0.726 205 2681 UA

Da cui si evince l'entità degli **scarti** rispetto a Newcomb:

Δl	Δb	Δr
6.07"	0.62"	44 km

La differenza *chilometrica* è veramente impressionante!

4 Le Tavole di MERCURIO

Calcoli analoghi a quelli di Venere si possono effettuare per Mercurio utilizzando le tavole [2]. E' stato scelto come esempio il transito sul Sole del prossimo anno nella sua fase centrale, ovvero alle 7:50 TU=7:51:09 TD del 7 Maggio 2003. Ecco i *confronti* tra i risultati ottenuti con le tavole del 1897 e i precisissimi calcoli attuali.

Newcomb: $l = 226^\circ 24' 55.92''$ $b = +0^\circ 14' 24.77''$ $r = 0.44994932 UA$.

VSOP87 : $l = 226^{\circ} 25' 6.37''$ $b = +0^{\circ} 14' 23.35''$ $r = 0.4499510934$ *U.A.*
 Scarti: $10.45''$ in longitudine, $1.42''$ in latitudine e soli 265 *km* nella distanza eliocentrica.

5 Conclusioni

Ai tempi di Newcomb, cioè circa 110 anni orsono, le masse dei pianeti perturbatori, rispetto a quella del Sole, differivano (seppur di poco) da quelle attuali, i cui valori sono diventati via via più precisi attraverso i rilievi effettuati con le sonde interplanetarie. Questo giustifica ampiamente i pochissimi arcosecondi di scarto tra le effemeridi di allora e quelle recenti, esaltando la figura dello scienziato statunitense.

In conclusione, e per completezza di trattazione, scriviamo di sotto le masse reciproche dei pianeti che hanno influenzato il moto descritto nei due esempi:

<i>Pianeta</i>	<i>Newcomb</i>	<i>VSOP87</i>
<i>Mercurio</i>	6 000 000	6 023 600
<i>Venere</i>	408 000	408 523.5
<i>Terra + Luna</i>	329 390	328 900.5
<i>Marte</i>	3 093 550	3 098 710
<i>Giove</i>	1 047.351	1 047.355

6 Ringraziamenti

Alla fine di questa breve *memoria*, sono lieto di porgere un doveroso ringraziamento al collega ed amico **Antonio Leone** di Taranto, uno straordinario *cultore* di storia della scienza astronomica, che mi ha fornito la *materia prima* per realizzare questo lavoro, e cioè le voluminose tabelle del moto eliocentrico di Mercurio e Venere. (25 Ago.02)

Riferimenti bibliografici

- [1] Simon Newcomb, **Tables of the Heliocentric Motion of Venus** (1897) - A P, Vol. VI Part 3—1, by United States Naval Observatory
- [2] Simon Newcomb, **Tables of the Heliocentric Motion of Mercury** (1897) - A P, Vol. VI Part 2—1, by United States Naval Observatory
- [3] P.Bretagnon, G.Francou **Planetary theories in rectangular and spherical variables. VSOP solutions** - Astronomy and Astrophysics 202, 309-315 (1988)