

Congiunzione Giove Luna del 2 XII '22 da dati meridiani

Costantino Sigismondi

prof.sigismondi@icra.it

(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)

Submitted December 2nd 2022, accepted December 5th 2022

Abstract The Moon at 19:12 and Jupiter at 19:26 have been observed passing at the meridian line of St. Peter's square in Vatican on Dec. 1st 2022. The instant of the ecliptic conjunction between Moon and Jupiter is calculated by using the lunar mean sidereal motion. The ecliptic coordinates are computed from the observed right ascension and declinations.

Sommario I passaggi meridiani di Luna alle 19:12 e Giove alle 19:26 del 1 Dicembre 2022 alla meridiana di piazza san Pietro sono stati usati per calcolare l'istante della loro congiunzione eclittica.

Introduzione: L'astronomia antica era basata sulle coordinate eclittiche, che sono misurate sull'orbita del Sole, sulla quale posso avvenire le eclissi. I pianeti percorrono una fascia eclittica larga circa 7° e la Luna 5° 09'; questa viene spesso rappresentata nelle raffigurazioni artistiche del Mondo.



Fig. 1 Il Padre Eterno col Mondo in mano, affresco di Igino Cupelloni (1918-2009) Chiesa di S. Maria Madre della Provvidenza a Roma. La sfera celeste sotto la mano sinistra ha una fascia dorata orizzontale, che è un cerchio massimo: questa è l'eclittica. La fascia verticale, sormontata dalla croce, probabilmente ricorda anche il Mondo a O-T dei continenti della cartografia medievale circondati dal mare Oceano.¹

¹https://it.wikipedia.org/wiki/Mappa_orbis_terrae#/media/File:T_and_O_m ap_Guntherus_Ziner_1472.jpg

Dalle osservazioni meridiane alle coordinate equatoriali

La meridiana di piazza s. Pietro ha delle sistematiche, ed i tempi di passaggio al meridiano risultano anticipati rispetto al vero poiché la croce sommitale dell'obelisco non è esattamente in asse con la linea meridiana e con l'asse dell'obelisco. Inoltre il centro della Luna, fuori dalla dicotomia esatta, non è facilmente individuabile durante l'osservazione e quindi per il 1° dicembre 2022 mi riferisco a dati volutamente arrotondati al minuto. Infine la meridiana è parzialmente occupata da transenne, e la ripresa del transito della Luna è stata fatta sopra una di queste, a circa 1 metro da terra.² La Luna è passata in meridiano alle 19:12 e Giove alle 19:26. Le altezze meridiane dei due astri erano circa 41° e 46°. Il Sole era passato in meridiano alle 11:59:20,³ in questo modo possiamo calcolare la differenza in ascensione retta tra Luna e Sole.

Longitudine eclittica di Sole e Luna Il Sole è entrato nel Sagittario il giorno 22 alle 9:18, per cui il 1 dicembre alle 11:59 è sul $9^{\circ}+3/24$ grado del Sagittario, con il moto medio del Sole pari a 1° al giorno. La Luna alle 19:12, 7 ore 13 minuti dopo il passaggio meridiano del Sole, è $[7+13/60]/24 \cdot 360^{\circ} = 108.25^{\circ}/30^{\circ} = 3$ segni interi di $30^{\circ}+18.25^{\circ}$ dopo il Sole, ossia è in Pesci al $27^{\circ}+3/8^{\circ}$. Questo calcolo in realtà è una differenza di ascensione retta, non di longitudine eclittica, ma se andiamo a vedere il risultato esatto (usando Stellarium 0.20) la Luna è a $353^{\circ}50'$ cioè Pesci $23^{\circ}50'$ e il Sole a $249^{\circ}13'$ cioè Sagittario $9^{\circ}13'$, l'errore maggiore è per la Luna. Occorre usare le formule di cambiamento di riferimento tra i due sistemi di coordinate celesti.

Differenza di longitudine eclittica di Luna e Giove questo calcolo può presentare meno errori anche senza le formule esatte del cambio di coordinate, data la loro vicinanza: 14 min.

² <https://youtu.be/dHtYuJqkIzg> video del 1.12.2022 h 19:10, Vaticano SPO

³ <https://youtu.be/UnjC-8BEMiU> video del 1.12.2022 h 11:55, Roma SMA

Vicini entrambi all'equatore celeste (disco equinoziale della meridiana) si può usare l'equazione $4 \text{ min}=1^\circ$, per determinare la differenza in ascensione retta pari a $3\frac{1}{2}^\circ$, che consideriamo identica anche in longitudine eclittica. Prendiamo anche la Luna come fosse in moto sull'eclittica, col moto medio di $\frac{1}{2}^\circ/\text{h}$. $3\frac{1}{2}^\circ$ vengono percorsi in 7 ore, la congiunzione avverrebbe alle 2:13 AM del 2 dicembre, 7 ore dopo i passaggi meridiani.

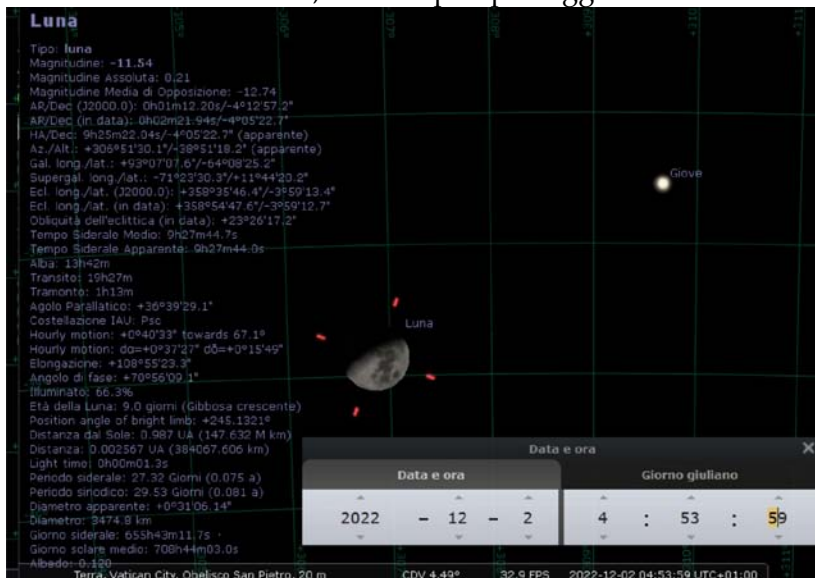


Fig. 2 Congiunzione eclittica Luna-Giove alle 4:54 AM del 2/12. **L'orbita della Luna rispetto all'eclittica** conosciamo la posizione dei suoi nodi: discendente il 25 ottobre alle 12 (eclissi di Sole) nel 2° dello Scorpione, ascendente l'8 novembre alle 12 nel 16° del Toro (SCO+6 segni) a 180°. La Luna ha raggiunto la massima latitudine eclittica Nord 90° dopo 16° del Toro, quindi 16° Leone, e la minima Sud 16° Acquario. Essendo la Luna tra Pesci (23°) e Ariete la Luna il 1° dic h 19:12 è sotto l'eclittica: si trova 37° dopo il minimo in latitudine di $-5^\circ 09'$, cioè $-5^\circ 09' \cdot \cos(217^\circ=180^\circ+37^\circ)=-4^\circ 06'$ ($-4^\circ 37'$ da effemeridi). Calcolando $-5^\circ 09' \cdot \cos(220.5^\circ)=-3^\circ 54'$ la Luna sta salendo in latitudine eclittica di $12'$ verso la congiunzione,

mentre nello stesso tempo si muove di quasi 3.5° in longitudine, compiendo esattamente 3.5° lungo l'ipotenusa tangente all'orbita della Luna in quel punto.

Moti medi, retrogradazione dei nodi, precessione d'equinozi

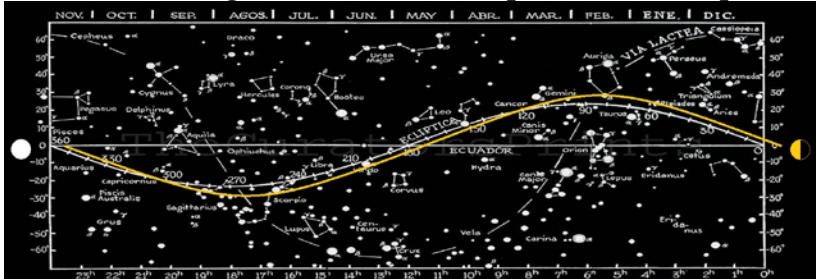


Fig. 3 L'orbita della Luna tra Ottobre e Novembre 2022: il nodo discendente è a 302° in SCO e l'ascendente a 122° in TAU, si noti che segni e costellazioni sono sfasati.

Convenzionalmente da circa 4 mila anni ARI è il primo settore di 30° dopo l'equinozio primaverile, mentre ora il Sole attualmente si trova alla fine dell'Aquario, dopo aver superato i Pesci. Questo fenomeno è noto come la *Precessione degli Equinozi*, cioè che essi si spostano "indietro" nel corso dei millenni. Dopo ARI=Aries, c'è TAU, Taurus, che è il secondo settore di 30° dell'orbita solare, dove il Sole si sposta e così via. Questo spostamento quotidiano di 1° al giorno verso Est è il **moto diretto** che sia il Sole che la Luna (1° ogni due ore) hanno sempre. I due nodi dell'orbita lunare sono i punti dove l'orbita intercetta l'eclittica. Non sono fissi, sono a 180° di distanza, e ruotano in 18.6 anni: la **retrogradazione dei nodi**. Nell'orologio di Macerata⁴ si può leggere la loro posizione (DRACO) e calcolare le eclissi quando lì sopra avvengono Luna Nuova o Luna Piena. Il *dragone* sbrana la Luna o il Sole nelle sizigie, quando avvengono dove lui si trova: questa è la regola semplificata del calcolo delle eclissi. Il nodo si sposta di -1.61° al mese, da 302° a 300.4° e 298.8° dal 25 X al 25 XII '22.

⁴ <https://www.raccontidimarche.it/2019/11/orologio-planetario-macerata/>

Cambiamento di coordinate grafico nel rappresentare l'orbita della Luna e quella del Sole insieme all'equatore gli angoli delle linee di uguale ascensione retta sono convergenti ai poli celesti. L'equatore è sopra l'eclittica d'Inverno e sotto d'Estate.

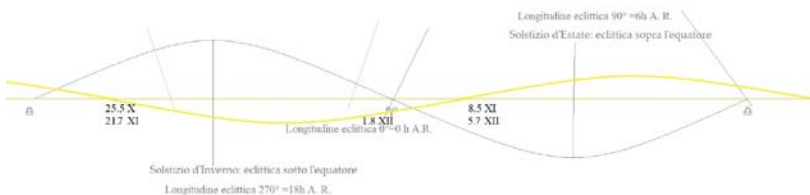


Fig. 4 Le orbite del Sole (retta orizzontale rossa) e della Luna (curva gialla) confrontate con l'equatore celeste (curva nera).

La Luna passa ai nodi, che retrogradano, ogni 27.2 giorni (mese draconitico), mentre passa presso la stessa stella ogni 27.33 giorni (mese siderale). Le coordinate sull'equatore (ascensione retta, ma letta in gradi) riportate sull'eclittica, a causa della convergenza delle linee di uguale ascensione retta, risultano più "grandi" di quelle eclittiche prima del punto γ , proprio come accade per la Luna il 1 dicembre alle 19:12 (A.R. 23h44m=356°, λ =354°). Poiché l'angolo formato da eclittica ed equatore è ε =23.5°, i 4° che mancano al punto γ , sull'equatore, costituiscono un cateto di un triangolo la cui ipotenusa giace sull'eclittica: $4^\circ/\cos(\varepsilon)$ =4.36°. Se aggiungiamo anche la latitudine eclittica della Luna al momento dell'osservazione β =-4.6° possiamo spiegare i rimanenti 1.64° di differenza tra longitudine eclittica e ascensione retta.

Infatti la stessa orbita della Luna, poiché non giace sull'eclittica, presenta lo stesso problema delle convergenze: la perpendicolare all'orbita della Luna è perpendicolare anche all'eclittica solo alle latitudini eclittiche più estreme. Analogamente accade ai solstizi tra eclittica ed equatore. Tuttavia se le orbite sono parallele, per la sfericità del cielo, un grado percorso sull'eclittica ai solstizi si proietta sull'equatore su uno spazio angolare maggiore pari a $1^\circ/\cos(\varepsilon)$, con ε =23.5°

l'obliquità dell'eclittica. Così un grado percorso dalla Luna ai lunistizi sull'eclittica diventa pari a $1^\circ/\cos(i)$, con $i=5.15^\circ$ l'inclinazione dell'orbita lunare sull'eclittica.

Anche se sembra poca cosa, quando si vogliono fare i calcoli esatti, questo termine incide sul risultato.

Formule di trigonometria sferica per il cambio di coordinate

Per passare dall'ascensione retta e declinazione (ciò che posso misurare alla meridiana) alle coordinate eclittiche ci sono le formule di trasformazione di coordinate.⁵ Usando Stellarium si ottengono immediatamente le coordinate nei sistemi di riferimento desiderati, riferite sia al 2000 che alla data in corso. Tutte queste considerazioni sono state fatte per arrivare alla **Congiunzione eclittica**: è diversa da quella in ascensione retta. Giove è praticamente fermo (1' in 8 ore) e sta in $\lambda=359^\circ$. La Luna sta in $\lambda=354^\circ$ e viaggia a 1° ogni due ore; quindi mancano 10 ore. La congiunzione è così prevista alle 5:12 del mattino seguente 2 dicembre, mentre le effemeridi di Stellarium la danno alle 4:54 AM.

Conclusioni: alla meridiana dell'obelisco di san Pietro abbiamo misurato i passaggi di Luna alle 19:12 e Giove alle 19:26 del 1° dicembre. 14 minuti in ascensione retta corrispondono a 3.5° sull'equatore, ma 5° sull'eclittica, che la Luna percorre in 10 ore.

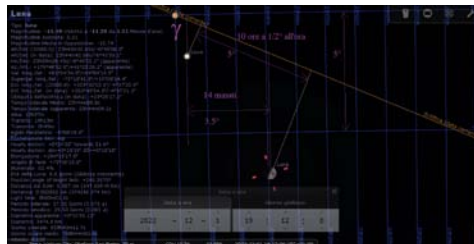


Fig. 5 Ascensione retta e longitudine eclittica vicino al punto γ . Ai nodi dell'eclittica γ e Ω , è massima la differenza tra A.R. e λ .

⁵ <https://eratostene.vialattea.net/wpe/argomenti/sistemi-di-coordinate-astronomiche/trasformazione-di-coordinate/>