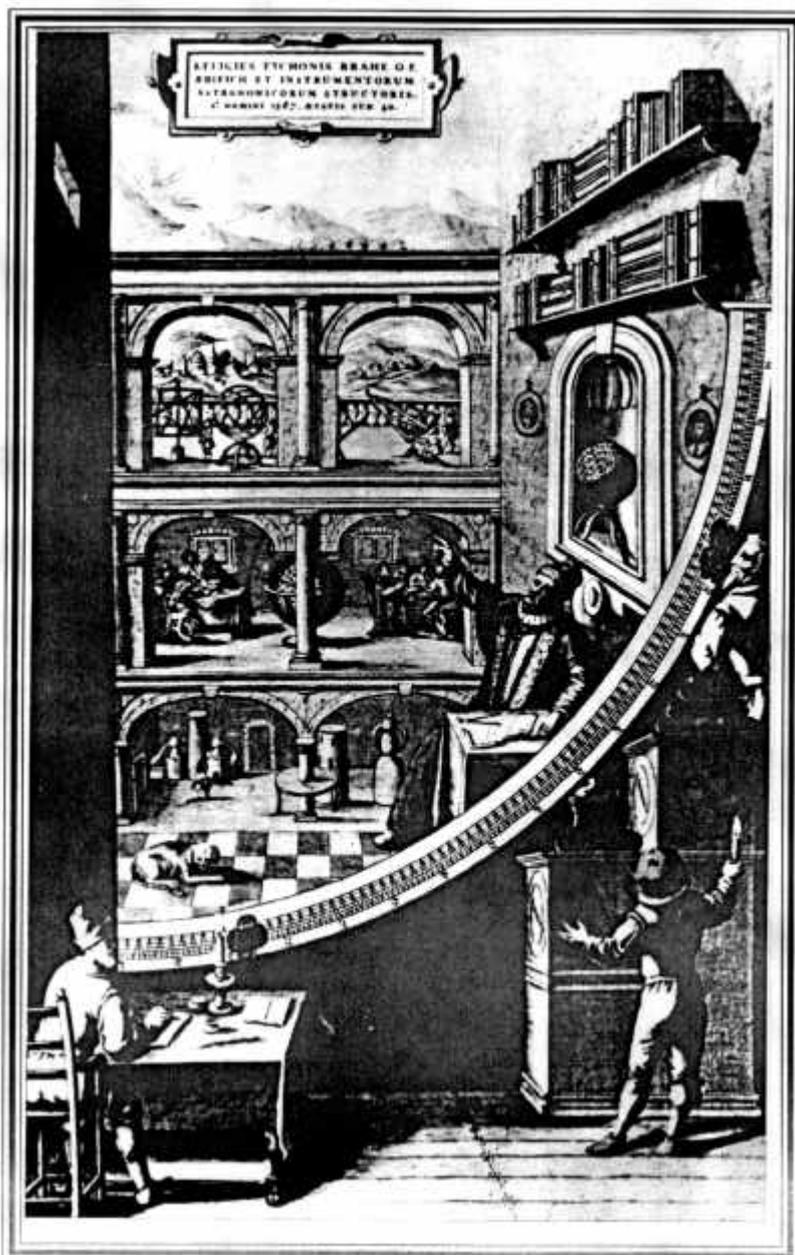


Appunti di Astronomia

Bollettino dell' Associazione Astrofili Valdinievole

dicembre 1994



SOMMARIO

Editoriale	Alessandro Pieri
Ma di sera...	Roberto Bechini
Fotografare la Luna ,	Renzo Del Rosso
Le iniziative del '94	Alessandro Pieri
La fine di una cometa	Renzo Del Rosso
La propulsione elettrica	Massimo Macucci
Almanacco del 1995	Renzo Del Rosso

Associazione Astrofili Valdinievole
c/o Biblioteca Comunale
piazza Martini, 12
51015 Monsummano Terme PT

Circolare interna a uso dei soci

Numero unico

In copertina: **l'osservatorio di Uraniburgum, costruito da Tycho Brahe (1546-1601) sull'isola di Hven.**

EDITORIALE

Eccoci al consueto appuntamento di fine anno con il nostro giornalino. Chi ci ha seguito sa che anche il '94 è stato per noi un anno di intensa attività e anche il '95 si annuncia interessante. Abbiamo già iniziato la serie di serate dedicate al Cielo del mese: si svolgono presso la villa Renatico-Martini a Monsummano Terme ogni primo venerdì del mese fino a giugno (con l'eccezione di gennaio, nel quale l'appuntamento è spostato a venerdì 13 per evitare l'Epifania) e sono destinate a tutti coloro che vogliono provare ad alzare gli occhi al cielo per la prima volta. Infatti, con l'aiuto delle diapositive, vengono illustrate le costellazioni caratteristiche del mese e i principali corpi celesti in esse visibili. Nel corso della serata viene anche affrontato un argomento di astronomia in generale. Abbiamo in progetto qualcosa anche per la primavera, ma saremo più precisi su questa iniziativa quando sarà tutto ben stabilito. Ricordiamo a chi non ricevesse gli inviti delle serate e delle mostre che organizziamo che può comunicarci il proprio indirizzo scrivendo presso la nostra sede; chiunque fosse interessato può venirci a trovare il venerdì dalle 21 alle 23 in Biblioteca, per partecipare alla nostra riunione settimanale.
Buon 1995!

Alessandro Pieri

#####

MA DI SERA...

Qualche volta è per la televisione, più raramente capita di sfogliare una rivista di astronomia e quello che noti subito è l'incredibile abbondanza e varietà di colori che vedi in quelle immagini. Può essere allora che quella vecchia curiosità ti convinca a incontrare quel lunatico del tuo amico astrofilo o addirittura a comperare un piccolo telescopio per godere così in diretta di quei colori. Ecco, ora sei lì tutto eccitato: cavalletto, oculari, cercatore: ancora qualche difficoltà per il puntamento e la messa a fuoco, e nel cerchio del tuo campo visivo appaiono centinaia di stelle... ma tutto in bianco e nero. Che succede? Il telescopio non funziona? Oppure il cielo è veramente nero e le stelle sono bianche? E la TV e le foto a colori? Tranquillizzati, il telescopio funziona, il cielo non è nero e le stelle non sono tutte bianche, ma è anche vero che i colori della TV e delle foto sono colori falsi.

E ora cerchiamo di spiegarci. È noto agli scienziati che le stelle hanno temperature molto diverse tra loro, ed è pure noto, sempre agli scienziati, ed ora anche a noi, che ad ogni temperatura corrisponde un colore diverso. È un po' come guardare un pezzo di ferro che va scaldandosi: rosso cupo, rosso, giallo rosso, giallo, bianco... E quindi assodato che le stelle sono colorate, e la verità è che l'occhio, sia nudo che attraverso le lenti del telescopio, non è in grado di percepire i colori. I sensori luminosi dell'occhio sono di due tipi: i coni e i bastoncini (fig. 1). Quando la luce che arriva all'occhio è di forte intensità i coni si eccitano e "riconoscono" il colore della luce perché sono centrati sulla gamma di frequenza della luce solare. È ovvio che il Sole ha dettato legge nell'evoluzione della vita umana. Ma di notte i coni non ricevono luce a sufficienza e il nostro occhio sarebbe completamente cieco se non esistessero i bastoncini, l'altra famiglia di sensori della retina, che sono in grado di captare intensità di luce molto debole, ma la gamma di risposta alle varie frequenze luminose (cioè al colore) è spostata verso il blu.

È facile accorgersi di questo se guardiamo il paesaggio in una notte di Luna piena o quasi. Infatti la luce solare, bianca, illumina la Luna, e si riflette verso la Terra, sempre bianca. Eppure il paesaggio illuminato dalla luce lunare appare azzurrognolo. Si capisce che la luce di ritorno dalla Luna è sufficiente a eccitare i coni, ma la luce riflessa dal paesaggio che è molto più debole di intensità eccita solo i bastoncini che rilevano solo la componente intorno al blu dello spettro.

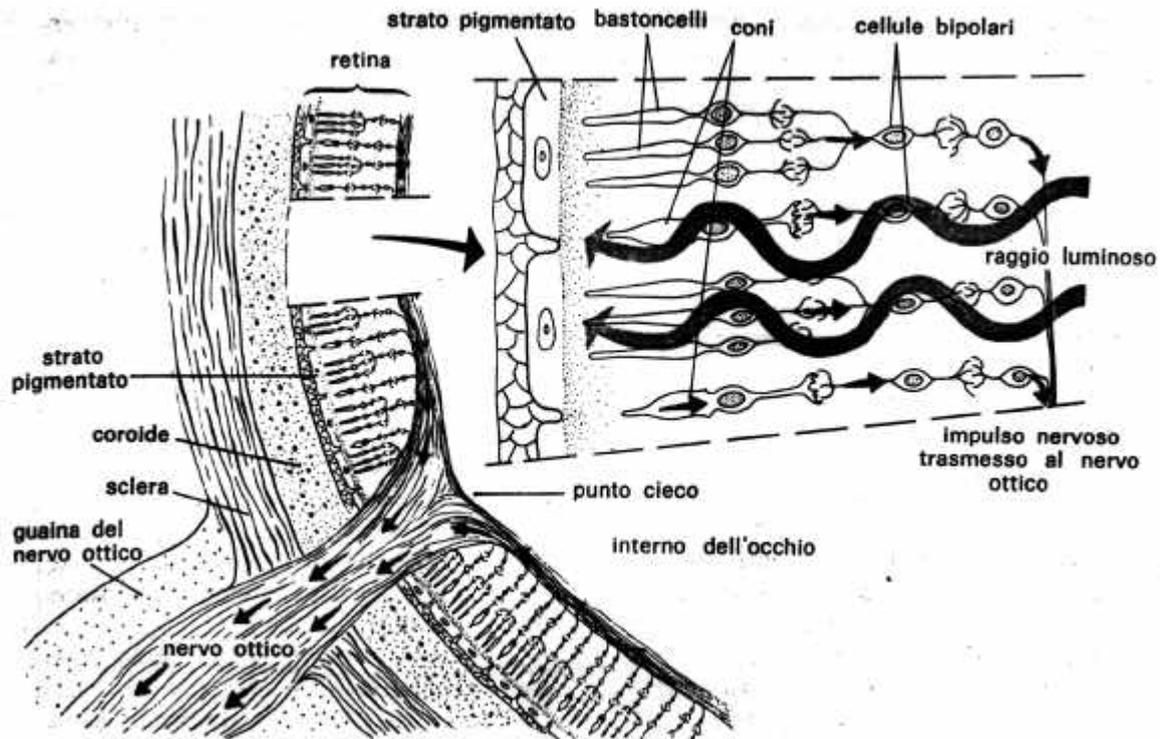


Fig. 1
Struttura dell'occhio

Quando si guardano le stelle, solo in pochi casi si percepiscono o pare di percepire i colori, e cioè solo se la luce di quella stella è sufficientemente forte da eccitare un po' i coni della retina.

Le immagini elettroniche sono artificialmente colorate per mettere in risalto i vari soggetti inquadrati, e quindi portano colori falsi. Le foto si ottengono da emulsioni costruite per lo spettro del Sole e reagiscono meglio e molto di più al rosso, e quindi anche questi colori sono falsi. Basta guardare una foto di una nebulosa per rendersene conto. Essa sarà quasi sempre di un rosso sfacciato. La stessa, vista al telescopio, ci apparirà verdognola.

Parlavamo di rosso e blu; cos'è questa storia del verde? Qual è il colore vero di quella nebulosa?

In genere, le nebulose emettono luce per ionizzazione degli atomi del gas in essa contenuto. Emette luce rossa l'idrogeno ionizzato e luce verde fosforescente l'ossigeno ionizzato. I colori della nebulosa non coprono tutto lo spettro solare.

Abbiamo detto che i bastoncini sono insensibili al rosso ma riconoscono il verde perché nello spettro sta vicino al blu. Allora per vedere i veri colori delle stelle cosa si può fare? Per rispondere a queste curiosità un ricercatore inglese, David Malin, conduce esperimenti per verificare quali sono i colori che potrebbe vedere l'occhio umano se avesse una sensibilità diciamo 100 volte

maggiore.

Malin esegue foto astronomiche in bianco e nero, sovrapponendo tre immagini filtrate con i tre colori fondamentali (rosso, verde, blu) ottenendo risultati interessanti.

Credo che la scienza ci metterà in condizione di vedere i colori anche al buio, e sarà una grande conquista, ma fino ad allora continuiamo pure a canticchiare... ma di sera, tutti i gatti son bigi...

Roberto Bechini

#####

FOTOGRAFARE LA LUNA

Tutti coloro che si avvicinano all'astronomia prima o poi decidono di provare a fotografare i corpi celesti che vedono in cielo, per poter immortalare e conservare i bei momenti passati a osservare le bellezze dell'universo. Ma è proprio quando si prende questa decisione che cominciano, purtroppo, le delusioni. Infatti l'astrofotografia è molto più difficile della normale fotografia, richiede tecniche ben diverse, attrezzature particolari (non sempre, però), molta pazienza e perseveranza.

Quando un astrofilo perciò decide di provare questa esperienza deve, per prima cosa, decidere cosa vuol fotografare, in base all'attrezzatura disponibile, al sito osservativo e all'aiuto o meno di altri astrofili che hanno già percorso, con maggiore o minore successo, questa strada. Normalmente il primo oggetto celeste che viene fotografato è la Luna.

Il nostro satellite, infatti, presenta una molteplicità di caratteristiche che lo rendono particolarmente allettante per un astrofotografo principiante, anche se moltissimi astrofotografi di elevata esperienza continuano a cimentarsi su questo soggetto. La Luna è molto luminosa, per essere un corpo celeste, raggiungendo la magnitudine -12, cioè circa 10000 volte più luminosa di Sirio, anche se circa 60000 volte meno luminosa del Sole.

E proprio questa luminosità "giusta" permette al nostro fotografo di immortalare con relativa facilità. Utilizzando una normale pellicola da 100 ISO, praticamente la stessa che usiamo quando andiamo a fare una gita al mare o in montagna, possiamo fotografare la Luna piena, con un'esposizione corretta, con tempi di 1/250 s e un diaframma aperto a F:8, mentre per fotografare la Luna al quarto (primo o ultimo non importa) il tempo sarà di 1/60 s sempre con il diaframma a F:8. Si raccomanda vivamente di non fidarsi troppo dell'esposimetro della macchina fotografica in quanto il contrasto tra la forte luminosità della Luna e il nero del cielo notturno falserebbero l'esposizione. Il problema che sorge, a questo punto, è che la Luna ha una dimensione apparente di circa 1/2 grado per cui utilizzando un obiettivo di 50 mm, cioè quello comunemente dato di corredo a qualsiasi macchina fotografica, l'immagine della Luna sul negativo sarebbe di circa mezzo millimetro (!!)

mentre sulla stampa (parliamo del formato classico 10 x 15) avremmo un dischetto di circa 2 mm.

Abbiamo così visto che la Luna va fotografata con obiettivi di focale abbastanza lunga, almeno di 500 mm, in modo da avere sul negativo un'immagine di quasi 5 millimetri e che in stampa venga di almeno un paio di centimetri. Un'immagine del genere, se bene esposta e correttamente messa a fuoco, permette di cogliere gli stessi dettagli che possiamo vedere osservando la Luna con un binocolo, e cioè i mari, le terre, alcune catene montuose, i crateri principali.

Non è mai conveniente fotografare la Luna quando è piena in quanto l'angolo di incidenza dei raggi del Sole sulla sua superficie è massimo, facendo così scomparire i chiaroscuri delle ombre e, di conseguenza, molti dettagli. Comunque questo è un argomento che affronteremo più avanti. Torniamo al discorso delle lunghezze focali degli obiettivi da utilizzare. Abbiamo visto che la fotografia della Luna con un buon teleobiettivo permette di rilevare pressappoco gli stessi dettagli

che possiamo osservare con un buon binocolo ma ciò, sicuramente, se all'inizio da soddisfazione, non è in seguito sufficiente. L'astrofotografo si trova perciò davanti a due alternative: o aumenta l'ingrandimento della foto in fase di stampa o aumenta la focale del teleobiettivo.

La prima ipotesi si scontra con un grosso problema legato alle ottiche del nostro obiettivo, che non hanno mai quella definizione che sarebbe necessaria, dato anche il loro scarso diametro, ma soprattutto con la grana della pellicola, che risulta evidente non appena si ingrandisce il negativo.

Dovendo giocoforza optare per la seconda ipotesi, e cioè aumentare la focale dell'obiettivo, in modo da avere un'immagine sul negativo più grande e poter cogliere perciò un maggior numero di dettagli, troviamo dei nuovi problemi che, però, sono più facilmente risolvibili.

I teleobiettivi comunemente in commercio hanno focali che raramente superano i 1200 mm e, purtroppo, costano molto (!!). Tali focali permettono di ottenere un'immagine sul negativo di circa 11 mm e, anche interponendo un duplicatore di focale l'immagine non supererebbe le dimensioni del negativo (cioè 24 mm se usiamo una classica pellicola in formato 135).

Facendo pochi e semplici calcoli possiamo subito vedere che, in queste condizioni, difficilmente potremo scorgere sulla foto dei particolari più piccoli di una decina di km. Sulla Luna ci sono molti crateri di dimensioni superiori ai 10 km ed è possibile osservarli agevolmente anche con un piccolo telescopio, purché si trovino in prossimità del terminatore, cioè la linea di demarcazione tra la parte buia e quella illuminata. In questa stretta fascia il Sole è molto basso sull'orizzonte e pertanto le ombre sono ben visibili, i contrasti netti e l'osservazione notevolmente facilitata.

Osservando la Luna con un piccolo telescopio notiamo però anche un altro particolare: le varie zone lunari tendono a spostarsi nel campo visivo, con velocità sempre maggiore quanto più grande è il numero degli ingrandimenti. Questo fenomeno è dovuto al moto apparente nella volta celeste del nostro satellite, che ce lo fa sorgere a Est e tramontare a Ovest.

Finora, con la nostra macchina fotografica non abbiamo avuto problemi di "mosso", purché sia stato sempre utilizzato un buon cavalletto. Anche con una focale di 1000 mm, cioè con un buon teleobiettivo, il tempo di posa (intorno a 1/60 s con apertura a F:8 per la Luna al quarto) è sufficientemente veloce da non dare problemi.

Ma quando si usa un duplicatore di focale che riduce, fra l'altro, l'apertura a F:16 o addirittura a F:22, obbligandomi a utilizzare tempi di esposizione di 1/4 s o 1/8 s, il problema comincia a manifestarsi e l'uso di un cavalletto, per quanto buono, non è più consigliabile. A questo punto è necessario cominciare a utilizzare un telescopio per poter correggere, almeno parzialmente, il moto apparente della Luna in cielo. Mediante l'utilizzo di sistemi focali aggiuntivi (Fig. 1) possiamo raggiungere lunghezze focali di 10, 15 e anche 20 metri (!!)

che ci faranno vedere, sul nostro negativo, particolari delle dimensioni di 1/2 km, a seconda dell'apertura del nostro telescopio e del "seeing", cioè della stabilità dell'immagine in cielo.

Usando lunghezze focali molto spinte l'apertura relativa F: aumenta drasticamente e questo comporta un aumento del tempo di esposizione. Infatti il tempo di esposizione è legato all'apertura

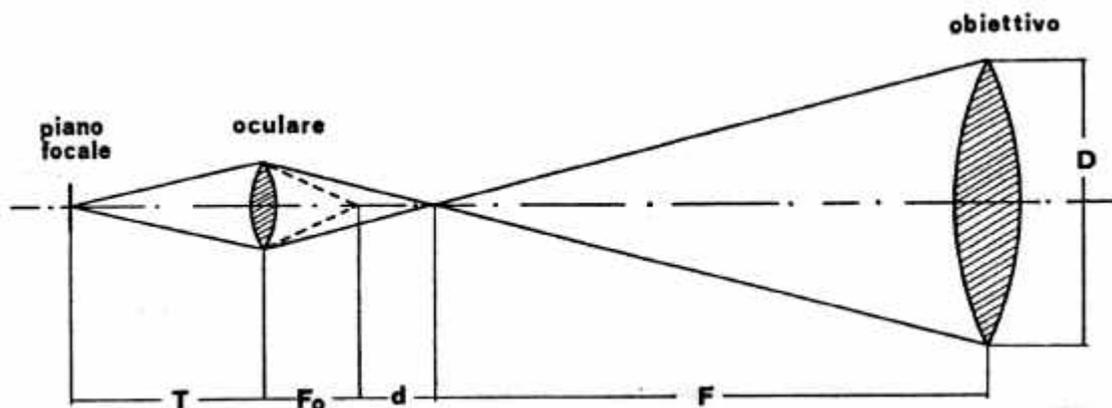


Fig.1

Sistema per aumentare la lunghezza focale

relativa dalla formula $T = kF$ dove T è il tempo di esposizione, F è l'apertura relativa del nostro obiettivo (o l'equivalente diaframma) mentre k è una costante legata alla luminosità del soggetto da fotografare. Possiamo vedere che se fotografavamo la Luna al quarto con un tempo di 1/60 s a $F:8$ trovavamo che il valore di k era uguale a T/F , cioè a 1/480; se fotografiamo la Luna con un'apertura relativa $F:100$ il tempo da utilizzare è di circa 1/4 s, sempre con pellicola a 100 ISO. Questo tempo però non è corretto in quanto l'esposizione della Luna al quarto tiene conto di zone in cui il Sole è alto sopra l'orizzonte, che riflettono una maggiore quantità di luce, e zone in cui il Sole è più basso e che riflettono meno luce; usando una lunghezza focale molto spinta ($F:100$ su un telescopio di 15 cm di apertura implica una lunghezza focale apparente di 15 metri) la zona della Luna che viene fotografata è molto ridotta e perciò, dovendo scegliere cosa immortalare, la scelta cadrà sicuramente su quelle zone più spettacolari in prossimità del terminatore, in cui il Sole è bassissimo sull'orizzonte, le ombre sono grandi e nette, la luce riflessa molto ridotta.

Fase	Tempo
Luna piena	1/250 s
Luna al 10° giorno	1/125 s
Luna al primo quarto	1/60 s
Luna al 4° giorno	1/30 s
Luna al 2° giorno	1/15 s
Luce cinerea al 2° giorno	30 s

Tempi di esposizione consigliati.

In questi casi è obbligatorio, e l'esperienza ce lo insegnerà purtroppo, moltiplicare il valore trovato dell'esposizione perlomeno di un fattore 20. Ma per quanto possa essere messo in postazione il telescopio sarà quasi impossibile fotografare la Luna con un tempo di 5 secondi o più con una focale di 15 metri e senza perdita di nitidezza dovuta al "mosso". In questi casi due sono le tecniche da utilizzare: usare pellicole di maggiore sensibilità (una da 400 ISO già va bene in quanto la grana è ancora ridotta e permette tempi 4 volte più veloci) e usare la tecnica del cartoncino che consiste nell'aprire l'otturatore della macchina fotografica (in posa "B") antepoendo davanti l'obiettivo o il telescopio un cartone nero. A questo punto basta attendere che le vibrazioni trasmesse dal sollevamento dello specchio della macchina fotografica e dell'apertura della tendina al momento dello scatto si siano ammortizzate, levare il cartoncino per il tempo di posa previsto, riposizionare il cartoncino davanti l'obiettivo e chiudere l'otturatore. Dopo alcune prove prenderete pratica con questo sistema e i risultati verranno.

Un ultimo avvertimento: i valori che ho dato in queste righe sono abbastanza empirici e possono variare a seconda della fase lunare, della foschia in cielo, ecc.; conviene sempre effettuare più pose con tempi diversi, un po' maggiori e un po' minori rispetto a quello calcolato. Sembrerà di sciupare della pellicola, ma le possibilità di ottenere buoni risultati aumentano notevolmente. Prepariamo dunque le nostre macchine fotografiche e... in bocca al lupo.

Renzo Del Rosso

#####

LE INIZIATIVE DEL '94

I mesi di aprile e maggio '94 sono stati per noi molto intensi, dal punto di vista astronomico; ci siamo infatti impegnati a organizzare una mostra, un ciclo di serate e un meeting, un po' anche per festeggiare il 15° anniversario della fondazione del gruppo. Ma andiamo per ordine.

La mostra è stata principalmente un'esposizione di foto realizzate da astrofili di tutto il mondo; abbiamo infatti cercato di affiancare alle nostre immagini e ai "capolavori" degli osservatori professionali, anche le opere degli altri astronomi dilettanti. Così abbiamo sparso la voce fra i gruppi con cui siamo più in contatto, e pian piano le foto sono affluite da tutta Italia; visto il successo dell'iniziativa ci siamo spinti oltre, e siamo riusciti ad avere anche le bellissime immagini di Isao Miyazaki e, per gentile concessione della rivista l'Astronomia, anche quelle di Akira Fuji. Una di queste ultime, in particolare, era talmente bella che abbiamo deciso di esporla sotto forma di pannello retroilluminato, e il risultato è stato veramente spettacolare.

Così siamo riusciti a riempire le cinque sale del piano superiore di villa Renatico Martini con foto (ciascuna munita di didascalia e dati tecnici), e poster; inoltre i modelli in scala 1:20 realizzati dal nostro socio Renzo Grassi dei principali osservatori astronomici hanno attirato la curiosità dei visitatori, che si sono resi conto, per esempio, delle dimensioni del telescopio di Monte Palomar (anche in scala lo specchio era un bel 25 cm!).

Abbiamo esposto anche alcuni tectiti e alcuni strumenti veri (binocoli e un telescopio), in modo da fornire qualche riferimento a chi fosse interessato a tentare l'osservazione pratica.

L'inaugurazione è stata fissata per l'8 aprile, e per l'occasione siamo riusciti ad avere un ospite di onore che già da tanto tempo avevamo progettato di invitare: il direttore dell'osservatorio di Arcetri Franco Pacini. La notizia ha attirato molte persone, e abbiamo dovuto approntare una saletta con collegamento video a circuito chiuso con la sala principale per cercare di accogliere tutti gli interessati. La serata è stata veramente molto divertente, perché il Prof. Pacini unisce alla indubbia competenza anche una simpatia e una schietta spontaneità che rendono piacevolissimo seguire le sue parole.

Il secondo appuntamento di grande richiamo è stato la conferenza di Margherita Hack. Si è svolta il 21 di aprile e, visti anche i risultati precedenti, abbiamo approntato una TV a circuito chiuso anche nell'ingresso di villa Martini. Abbiamo trascorso il pomeriggio con la Prof.ssa Hack, facendole visitare un po' il nostro paese (per quanto possibile, visto il tempo inclemente...). Ma la sorpresa ci attendeva la sera: quando abbiamo accompagnato la professoressa al luogo prescelto per la conferenza, ci siamo ritrovati a dover passare in mezzo a una folla che cercava di entrare nella villa Martini ormai stracolma! La serata è stata molto interessante: la Prof.ssa Hack ci ha condotto in un breve viaggio nella storia dell'astronomia, dagli albori fino alle più recenti scoperte, e ha poi risposto alle molte domande del pubblico, che le ha dimostrato veramente molto affetto.

A completamento di questi due incontri abbiamo organizzato delle proiezioni di diapositive tenute da soci del gruppo, e serate osservative all'aperto che hanno raccolto molto pubblico, grazie anche ai primi effetti della primavera sulla temperatura. Queste iniziative hanno avuto dalla provincia il riconoscimento di corso di aggiornamento per i professori delle scuole medie inferiori e superiori.

A conclusione della mostra si è tenuto il quarto congresso nazionale Astro.Ita, che ha raccolto tutti gli astrofili in contatto tra di loro tramite il computer e la rete telematica Fidonet. La mattina è stata impegnata dalle relazioni degli intervenuti sulle proprie iniziative in campo astronomico, mentre il pomeriggio si è svolto il tradizionale copy party, cioè lo scambio di programmi shareware e di pubblico dominio fra gli interessati. Erano a disposizione sei computer collegati in rete e tutti i programmi raccolti dal nostro socio Renzo Del Rosso, nella sua veste di responsabile del software astronomico per la Fidonet. Anche questa iniziativa si è svolta presso villa Renatico Martini, che ha colpito molti degli intervenuti per il suo prestigio.

Questo è stato il nostro '94 dal punto di vista astronomico, un anno molto significativo per la nostra associazione; anche per il '95 abbiamo in programma molte iniziative, e noi ci auguriamo che siano motivo di soddisfazione come quelle dell'anno che sta terminando.

Alessandro Pieri

LA FINE DI UNA COMETA

Quando all'inizio della primavera del 1993 venne diffusa la notizia della scoperta di una cometa da parte dei coniugi Shoemaker e da David Levy (addirittura la nona in brevissimo tempo!!), la notizia non fece molto scalpore, di per sé. Ogni anno ne vengono scoperte o riavvistate oltre una ventina per cui la comunicazione fu una cosa che interessò marginalmente solo pochi "addetti ai lavori".

Pochi giorni dopo, però, venne diramata una notizia che suscitò l'interesse anche della stampa non specializzata. La cometa in questione, che secondo le metodologie di denominazione in uso da moltissimi anni prende il nome dallo scopritore e che pertanto era stata denominata Shoemaker-Levy 9, o anche 1993e (cioè la quinta cometa scoperta nel 1993), non aveva la classica forma a batuffolo che ci si aspetta di trovare sulla lastra fotografica quando l'oggetto scoperto ha una luminosità troppo bassa per poter essere osservato visualmente, ma presentava un aspetto insolitamente allungato.

Indagini fotografiche effettuate da vari osservatori astronomici, nonché da astrofili in possesso di attrezzature sufficientemente potenti, portarono alla scoperta che questa cometa, che chiameremo d'ora in poi SL9, dalle iniziali della sua denominazione, non era composta da un unico nucleo ma da una serie di nuclei ben distinti tra di loro, messi in "fila indiana" uno di seguito all'altro. Studi approfonditi con l'ausilio di potenti computer portarono in seguito alla scoperta che la frammentazione del nucleo della cometa era dovuta a un incontro ravvicinato con il pianeta Giove, avvenuto nel luglio 1992, per la precisione il 7 luglio.

Non è la prima volta che una cometa si spezza per un incontro ravvicinato con un corpo di grandi dimensioni come Giove o il Sole; in tempi recenti ricordiamo la cometa West, nel marzo del 1976, la Kohoutek nell'ottobre 1970 o, in tempi più remoti, la cometa Biela che ebbe una prima frammentazione nel gennaio 1846 e che si spezzò ulteriormente nel passaggio successivo, avvenuto nel settembre 1852, dopodiché non fu più avvistata. Inoltre, se consideriamo che il passaggio del 7 luglio 1992 è avvenuto a soli 96.000 km dal centro di Giove, cioè a circa 25.000 km dalla superficie delle sue nubi, possiamo comprendere come l'attrazione gravitazionale del più grande fra i pianeti del sistema solare possa avere smembrato il fragilissimo nucleo della cometa.

Grazie alle moderne tecnologie digitali fu accertato che i vari pezzi del nucleo della SL9 erano circa una ventina, con dimensioni da uno a otto/dieci km. Ma il bello doveva ancora arrivare. L'americano Brian Marsden e l'italiano Andrea Carusi, dopo un paio di mesi, comunicarono di avere calcolato l'evoluzione dell'orbita della cometa: i risultati erano a dir poco incredibili! La SL9 era condannata a morte e le restava poco più di un anno di vita! Verso la fine di luglio del 1994 avrebbe interrotto definitivamente il peregrinare attraverso il cielo schiantandosi su Giove. Successivi aggiornamenti nei calcoli dell'orbita della cometa anticiparono la data degli impatti di circa una settimana, per cui nel periodo dal 16 al 22 luglio 1994 avremmo potuto assistere a una serie di fuochi pirotecnici astronomici.

Anche se ci fu chi predisse sconvolgimenti catastrofici del sistema planetario di Giove, con formazione di nuovi satelliti e spostamento dell'orbita di quelli esistenti, la comunità scientifica fu in grado di predire con ragionevole precisione quello che sarebbe realmente avvenuto. I frammenti sarebbero precipitati sull'atmosfera di Giove nel lato del pianeta opposto alla nostra visione, pur se in prossimità del bordo. Solo i più potenti telescopi avrebbero potuto notare l'eventuale "fiammata" dovuta all'impatto, mentre ci si aspettava qualche strano anche se non ben definito fenomeno sull'atmosfera di Giove, dovuto all'enorme energia dissipata e che sarebbe potuto essere osservato anche dagli astrofili con le loro modeste attrezzature. I mesi precedenti l'avvenimento furono passati a prepararsi alle osservazioni, alla redazione di programmi di lavoro, ai contatti fra le varie associazioni nazionali e internazionali. Le stime degli istanti dell'impatto dei singoli frammenti facevano prevedere che solamente cinque di questi fenomeni sarebbero potuti essere seguiti "in diretta" dall'Italia, ma due di questi avrebbero interessato i frammenti più grandi della cometa. Purtroppo, ma questa era cosa già abbondantemente prevista, Giove in quel periodo stava avvicinandosi sempre più alla congiunzione con il Sole, tramontando infatti con un ritardo di

solo 5 ore e mezzo. Il pianeta, pertanto, dopo il crepuscolo astronomico, sarebbe stato sempre considerevolmente basso sull'orizzonte, precludendo la possibilità di buone osservazioni a causa dei moti convettivi atmosferici che disturbano in misura maggiore quanto più il pianeta è lontano dallo zenit. Proprio le informazioni date dagli organi di stampa specializzati, che ragionevolmente precludevano la possibilità di osservare il fenomeno dell'impatto a coloro che non fossero stati m

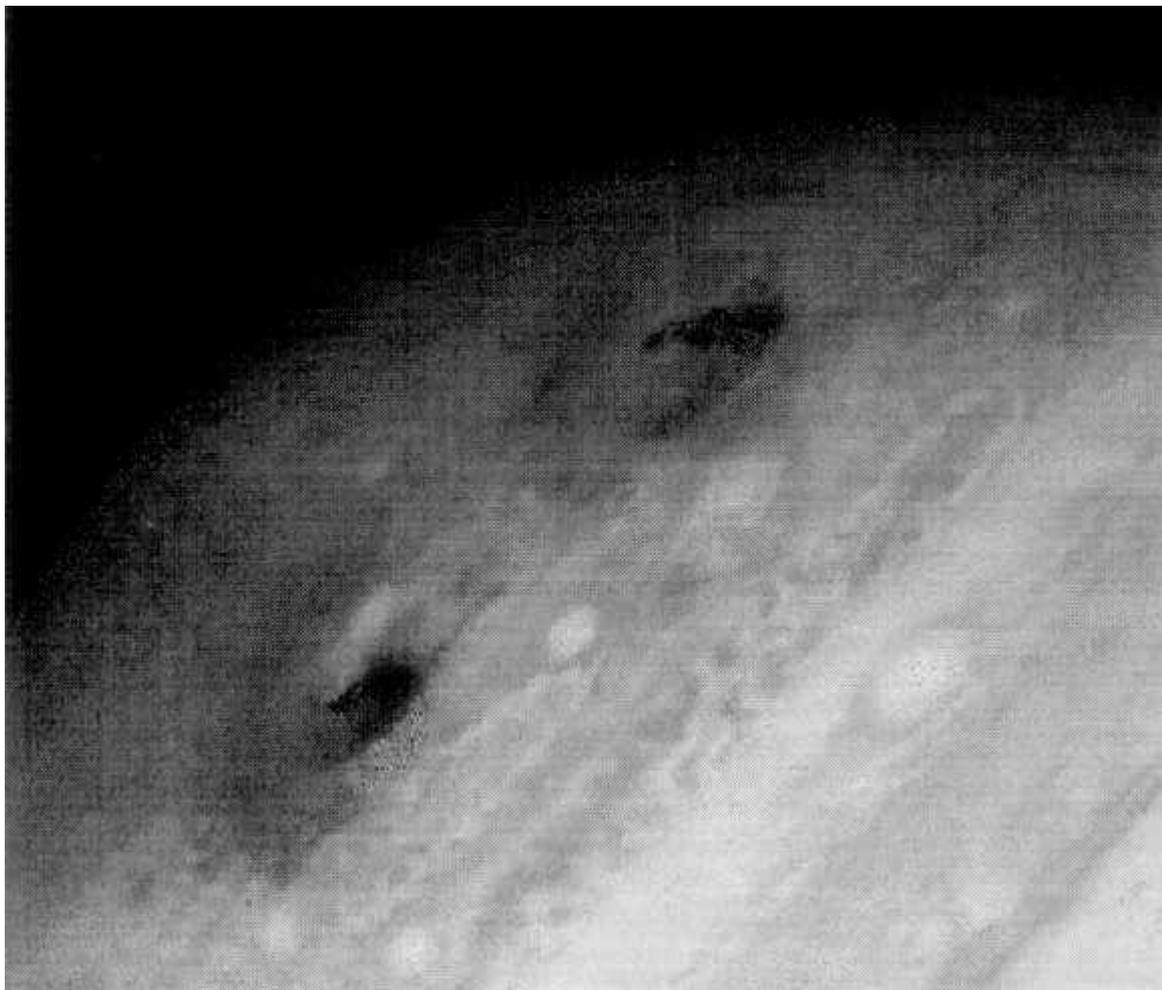


Fig. 1

Punti di impatto della cometa su Giove

possesso di una strumentazione di adeguata potenza, la concomitanza del fenomeno con la Luna Piena (verificatasi il 22 luglio), la piccola dimensione dei nuclei che avrebbero colpito Giove in orari osservabili alle nostre longitudini, fece sì che decidessimo di dedicare una serata di osservazione solo ai due impatti principali, verificatisi il 20 luglio.

Avevamo a disposizione, quella sera, solamente un riflettore da 15 cm, decisamente troppo piccolo per poter osservare il "lampo di luce", anche se corredato da oculari di qualità adatti all'osservazione planetaria. Il seeing non era certo dei migliori e già mentre montavamo il telescopio ce ne eravamo resi conto vedendo scintillare le stelle dello Scorpione e del Sagittario, anch'esse molto basse sul nostro orizzonte.

Perciò ancora maggiore fu la nostra sorpresa quando, accostando l'occhio al telescopio notammo due macchie molto scure nell'emisfero Sud di Giove. Queste due macchie non potevano essere né la macchia rossa né alcun altro fenomeno simile dell'atmosfera gioviana in quanto erano troppo contrastate sullo sfondo del pianeta e si trovavano inoltre a latitudini troppo meridionali rispetto ai vari vortici che sono stati osservati su Giove.

Nessuno di noi voleva credere ai propri occhi e perciò, per non influenzarci a vicenda, decidemmo di discutere su ciò che avevamo visto solo dopo che tutti avessero dato un'occhiata al pianeta. Potete immaginare la gioia che provammo quando tutti insieme ci confermammo a vicenda l'osservazione di questo fenomeno rarissimo.

Sul disco del pianeta si vedevano, pur tra le notevoli difficoltà osservative dovute alla turbolenza atmosferica, due macchie, di cui una ancora vicina al bordo, di colore marrone molto scuro, quasi nero, ben visibili sul disco giallastro di Giove.

Le sere successive provammo a effettuare ulteriori osservazioni, animati da nuova fiducia, riuscendo a osservare con un rifrattore da 8 cm una terza macchia allineata con le altre due. Non abbiamo mai potuto osservare contemporaneamente le tre macchie in quanto la rotazione del pianeta ne precludeva la visibilità comunque da calcoli effettuati da nostri soci siamo riusciti ad appurare che si trattava con certezza di tre fenomeni ben distinti tra loro, dovuti agli impatti di tre differenti frammenti, presumibilmente quelli denominati P2, Q1 e Q2: i più grandi e luminosi. Le osservazioni sono continuate anche nei giorni successivi e utilizzando strumenti diversi. Per una decina di giorni siamo riusciti a osservare ancora il fenomeno poi con l'affievolirsi degli effetti degli impatti, l'anticipo continuo dell'orario del tramonto di Giove e il perdurare di foschie che ne limitavano ulteriormente la vista, non siamo più riusciti a vedere niente.

Ci resta la soddisfazione di essere stati anche noi testimoni di un fenomeno molto raro e che quasi certamente non si verificherà più durante la nostra vita. Quando, fra qualche anno, saranno disponibili i dati scientifici elaborati relativi a questo evento, osservato con le più moderne metodologie e tecnologie, e i nuovi astrofili leggeranno con interesse i resoconti della disintegrazione della SL9 su Giove, noi, con una piccola punta di orgoglio, potremo dire: "Io l'ho vista!"

Renzo Del Rosso

#####

LA PROPULSIONE ELETTRICA

La realizzazione di missioni spaziali sempre più complesse e verso destinazioni sempre più lontane richiede lo sviluppo di nuovi sistemi propulsivi, che consentano di ottenere prestazioni superiori a quelle dei sistemi chimici fino a ora utilizzati. Il principio fisico fondamentale sul quale si basano tutti i sistemi di propulsione è quello di azione e reazione. L'equazione del moto può scriversi semplicemente

$$M \frac{dv}{dt} = \frac{dm}{dt} U_g$$

dove M è la massa del veicolo spaziale, dv/dt l'accelerazione dello stesso, dm/dt la variazione temporale di massa in conseguenza del consumo di propellente e U_g la velocità con la quale il propellente risulta uscire dall'ugello. Appare subito chiaro da questa equazione che, per un valore

dato di massa del veicolo spaziale e per una data portata all'uscita dell'ugello, l'accelerazione sarà tanto più grande quanto maggiore risulterà la velocità di espulsione del propellente. La quantità di propellente trasportata dal veicolo non può essere aumentata a piacere, perché anche la massa dello stesso al momento della partenza diverrebbe eccessiva, penalizzando l'accelerazione o rendendo del tutto impossibile la partenza. L'unico parametro sul quale risulta possibile agire è dunque la velocità di espulsione. Si può facilmente dimostrare, a partire dall'equazione del moto, che si avrà un buon rendimento soltanto se la velocità di espulsione è dell'ordine della velocità finale che il veicolo deve raggiungere. Velocità tipiche che è necessario raggiungere in missioni spaziali sono di 100-1000 m/s (metri al secondo) per satelliti su orbite circolari a bassa quota, 6600 m/s per satelliti geostazionari, 13000 m/s per la fuga dalla Terra, 18500 m/s per una missione sulla Luna e 27000 m/s per una missione su Marte. Le velocità di espulsione del propellente dovrebbero essere dello stesso ordine di grandezza.

Purtroppo, però, esse sono limitate a valori di circa 4500 m/s per le migliori combinazioni di propellenti chimici liquidi. Esistono limiti non solo tecnologici ma anche fisici (in particolare l'energia chimica massima liberata nel processo di combustione) che non fanno sperare in miglioramenti significativi per quanto riguarda i propellenti chimici.

È quindi necessario trovare dei metodi alternativi in grado di fornire prestazioni più elevate. Una possibilità è rappresentata dalla cosiddetta propulsione termica nucleare, che si basa sul riscaldamento e conseguente rapida espansione di un gas propellente al contatto con un reattore nucleare. In questo modo si potrebbero ottenere velocità di espulsione dell'ordine di 8000 m/s, tuttavia molti dei problemi tecnologici connessi con la realizzazione di tale sistema propulsivo non sono ancora risolti.

Si può allora pensare di ricorrere a meccanismi diversi per accelerare le particelle costituenti il propellente, basati sull'utilizzo di energia elettrica generata a bordo del veicolo spaziale. Il problema principale connesso con questo tipo di approccio è legato alle elevatissime potenze elettriche necessario, di alcuni milioni di Watt. Non è semplice, allo stato attuale della tecnologia, realizzare generatori da alcuni MW facilmente trasportabili e con massa tale da non penalizzare eccessivamente il carico utile del veicolo.

I propulsori elettrici possono essere suddivisi in varie categorie:

Propulsori Elettrotermici

Il gas viene riscaldato facendolo passare attraverso un arco elettrico (arcogetto) o su superfici riscaldate elettricamente (resistogetto) e defluisce poi attraverso un ugello

Propulsori Elettrostatici

In tali sistemi il gas propellente viene ionizzato, dopodiché gli ioni possono essere facilmente accelerati tramite l'applicazione di un campo elettrico. In uscita gli ioni vengono neutralizzati da un apposito neutralizzatore, in modo da mantenere elettricamente neutro il veicolo. Le particelle neutre così emesse hanno una velocità che dipende dall'entità del campo elettrico applicato e dal rapporto tra carica e massa degli ioni. Rispetto ai propulsori elettrotermici hanno il vantaggio di operare a temperature molto più basse e quindi di sollecitare molto meno i materiali con cui sono costruiti.

Propulsori Elettromagnetici

Una forte differenza di potenziale applicata tra due elettrodi in direzione trasversale rispetto a quella di moto del veicolo ionizza per effetto collisionale il gas propellente. La combinazione della corrente circolante e di un intenso campo magnetico produce una forte accelerazione delle particelle ionizzate in senso longitudinale, verso l'ugello.

La limitazione principale dei propulsori elettrici consiste nella necessità di trasportare a bordo del veicolo un generatore di energia elettrica, la cui massa non è in generale trascurabile. Peraltro il generatore può svolgere anche altre funzioni oltre a quella propulsiva come, per esempio, l'alimentazione delle apparecchiature di bordo, quindi il suo peso deve essere in parte considerato come carico utile.

Passiamo ora alla descrizione di alcuni dei possibili impieghi della propulsione elettrica. La

possibilità di ottenere velocità di espulsione molto elevate la rende adatta all'impiego in missioni di tipo interplanetario, tuttavia esistono anche applicazioni significative e di più immediata realizzabilità per quanto riguarda, per esempio, il controllo di assetto dei satelliti geostazionari. La vita utile di tali satelliti è spesso legata alla quantità di propellente di cui è possibile disporre per le periodiche correzioni di assetto. Un motore in grado di produrre elevate velocità di getto consente, a parità di prestazioni, di risparmiare notevolmente sulla massa di propellente utilizzato, allungando quindi la vita del satellite. Per queste applicazioni sono particolarmente appropriati gli arcogetti, data la loro realizzabilità in versioni di piccola potenza.

Un arcogetto di bassa potenza (1 kW) a idrazina sarà installato sui futuri satelliti serie 7000 della General Electric. All'interno di questi motori l'idrazina viene prima decomposta in idrogeno e azoto, che possono essere poi utilizzati dall'arcogetto. Nel 1995 sarà messo in orbita il satellite P91-1, che sperimenterà un arcogetto di notevole potenza in grado di utilizzare ammoniaca o idrogeno. Arcogetti da 10 kW, alimentati a energia solare, sono in corso di progetto per l'immissione in orbita geostazionaria di satelliti, a partire da un'orbita bassa di parcheggio.

Un'altra variante della propulsione elettrica è la NEP (Nuclear Electric Propulsion) nella quale si fa uso di un reattore nucleare a bordo del veicolo spaziale per produrre l'energia elettrica necessaria al funzionamento del motore. La NASA sta sviluppando un reattore nucleare denominato SP-100 per l'utilizzo in un sistema di propulsione per sonde interplanetarie. Questo sistema, della potenza di 100 kW, dovrebbe essere il banco di prova per il futuro sviluppo di propulsori con potenze fino a 5 MW. Missioni interplanetarie impegnative richiederanno potenze dell'ordine di decine di MW, che potrebbero essere ottenute mettendo insieme più moduli da 5 MW, in modo da ottenere anche una certa ridondanza che garantisca il completamento della missione anche nel caso di guasto di uno o più moduli.

Massimo Macucci

Almanacco 1995

13/01/1995	12h	Venere alla massima elongazione Ovest : 46.96°
13/01/1995	18h	Nettuno in congiunzione col Sole
17/01/1995	02h	Urano in congiunzione col Sole
19/01/1995	10h	Mercurio alla massima elongazione Est : 18.73°
24/01/1995	05h59m	Ultimo quarto
30/01/1995	23h49m	Luna nuova
03/02/1995	24h	Mercurio in congiunzione inferiore col Sole
07/02/1995	13h55m	Primo quarto
12/02/1995	03h	Marte in opposizione al Sole
15/02/1995	13h18m	Luna Piena
22/02/1995	14h05m	Ultimo quarto
01/03/1995	12h	Mercurio alla massima elongazione Ovest : 27.01°
01/03/1995	12h49m	Luna nuova
06/03/1995	03h	Saturno in congiunzione col Sole
09/03/1995	11h15m	Primo quarto
17/03/1995	02h28m	Luna Piena
21/03/1995	03h15m45s	Equinozio di primavera
23/03/1995	21h11m	Ultimo quarto
31/03/1995	03h10m	Luna nuova
08/04/1995	06h36m	Primo quarto
14/04/1995	14h	Mercurio in congiunzione superiore col Sole
15/04/1995	13h08m	Luna Piena
15/04/1995	13h19m	Eclisse parziale di Luna, magnitudine = 0.10

22/04/1995	04h19m	Ultimo quarto
29/04/1995	18h33m	Eclisse anulare di Sole
29/04/1995	18h37m	Luna nuova
07/05/1995	22h45m	Primo quarto
12/05/1995	03h	Mercurio alla massima elongazione Est : 21.57°
14/05/1995	21h48m	Luna Piena
21/05/1995	12h36m	Ultimo quarto
29/05/1995	10h28m	Luna nuova
01/06/1995	11h	Giove in opposizione al Sole
05/06/1995	06h	Mercurio in congiunzione inferiore col Sole
06/06/1995	11h27m	Primo quarto
13/06/1995	05h05m	Luna Piena
19/06/1995	23h02m	Ultimo quarto
21/06/1995	21h35m28s	Solstizio d'estate
28/06/1995	01h51m	Luna nuova
29/06/1995	17h	Mercurio alla massima elongazione Ovest : 22.02°
05/07/1995	21h03m	Primo quarto
12/07/1995	11h51m	Luna Piena
17/07/1995	04h	Nettuno in opposizione al Sole
19/07/1995	12h10m	Ultimo quarto
21/07/1995	20h	Urano in opposizione al Sole
27/07/1995	16h14m	Luna nuova
28/07/1995	03h	Mercurio in congiunzione superiore col Sole
04/08/1995	04h17m	Primo quarto
10/08/1995	19h17m	Luna Piena
18/08/1995	04h05m	Ultimo quarto
21/08/1995	01h	Venere in congiunzione superiore col Sole
26/08/1995	05h32m	Luna nuova
02/09/1995	10h04m	Primo quarto
09/09/1995	04h37m	Luna Piena
09/09/1995	05h	Mercurio alla massima elongazione Est : 26.97°
14/09/1995	16h	Saturno in opposizione al Sole
16/09/1995	22h11m	Ultimo quarto
23/09/1995	13h14m10s	Equinozio d'autunno
24/09/1995	17h56m	Luna nuova
01/10/1995	15h37m	Primo quarto
05/10/1995	02h	Mercurio in congiunzione inferiore col Sole
08/10/1995	16h52m	Luna Piena
08/10/1995	17h 5m	Eclisse lunare di penombra, magnitudine = 0.81
16/10/1995	17h27m	Ultimo quarto
20/10/1995	15h	Mercurio alla massima elongazione Ovest : 18.24°
24/10/1995	05h34m	Eclisse totale di Sole
24/10/1995	05h38m	Luna nuova
30/10/1995	22h18m	Primo quarto
07/11/1995	08h23m	Luna Piena
15/11/1995	12h41m	Ultimo quarto
22/11/1995	16h44m	Luna nuova
23/11/1995	6h	Mercurio in congiunzione superiore col Sole
29/11/1995	07h30m	Primo quarto
07/12/1995	02h29m	Luna Piena
15/12/1995	06h33m	Ultimo quarto

18/12/1995	22h	Giove in congiunzione col Sole
22/12/1995	03h24m	Luna nuova
22/12/1995	9h18m12s	Solstizio d'inverno
28/12/1995	20h08m	Primo quarto

a cura di Renzo Del Rosso