

MERIDIANA

BIMESTRALE DI ASTRONOMIA

Anno XIII - Maggio-Giugno 1987

Organo della Società Astronomica Ticinese
e dell'Associazione Specola Solare Ticinese

70



SOMMARIO N°70

Corsi estivi	pag.	3
Supernova nella Nube di Magellano	"	4
Recensione	"	8
Stelle binarie e multiple	"	9
L'universo in continua trasformazione	"	15
Effemeridi	"	18

La responsabilita del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori

REDAZIONE: S. Cortesi , Locarno
F. Jetzer , Bellinzona
S. Materni, Bellinzona
M. Cagnotti-Cafilisch , Locarno
A. Manna , Locarno



EDITRICE Società Astronomica Ticinese, Specola Solare, 6605 Locarno

STAMPA Tipografia Bonetti , Locarno

ABBONAMENTO ANNUALE (6 numeri) : Svizzera Fr.10.- ; Estero Fr.12.-
Conto corr. postale 65-7028-6 (Soc.Astronomica Ticinese)

Il presente numero di MERIDIANA è stampato in 700 esemplari

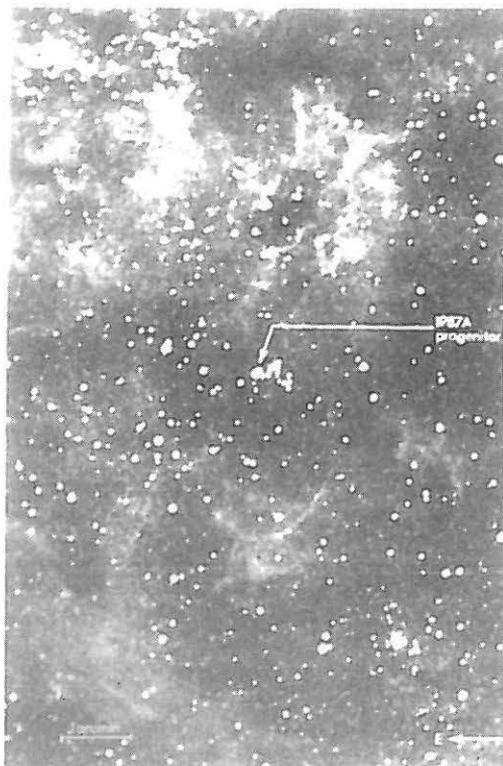
Figura di copertina: la grande nebulosa di Orione(M42)in una fotografia del dott. A.Ossola (D=200 mm f/5, Ektachrome 400, posa 30 min)

Opinioni, suggerimenti, consigli ed interventi dei lettori in merito alla nuova impostazione di MERIDIANA, così come richieste di informazioni in merito a problemi attinenti l'astronomia, sono da indirizzare alla Redazione, presso:
Specola Solare Ticinese, 6605 Locarno 5

Scoperta una supernova nella Grande Nube di Magellano di F. Jetzer

Nella notte del 23-24 febbraio '87 è stata scoperta nella Grande Nube di Magellano la supernova più brillante e più vicina degli ultimi 400 anni. Infatti, l'ultima supernova osservata nella nostra Galassia è stata quella scoperta da Keplero nel 1604 nella costellazione dell'Ofiuco. La Grande Nube di Magellano è una galassia satellite della Via Lattea, la galassia di cui fa parte il nostro sistema solare. La supernova si trova ad una distanza di 165000 anni luce da noi.

A partire dal 1930 sono state scoperte e studiate più di un centinaio di supernove, che si trovavano però tutte in altre galassie, a distanze di alcuni milioni di anni luce. Si è stimato che mediamente in una galassia vi sono 2-3 supernove ogni secolo. Molte risultano però invisibili dalla Terra poiché sono nascoste da spesse nubi di polvere e gas interstellare. La supernova, denominata con la sigla 1987a, è stata scoperta indipendentemente da due impiegati dell'osservato-



Confronto tra due fotografie riprese prima (a sinistra, 1970) e dopo (a destra, 26 febbraio 1987) l'esplosione della supernova. Tra queste due immagini la luminosità della stella è aumentata di più di 2000 volte.

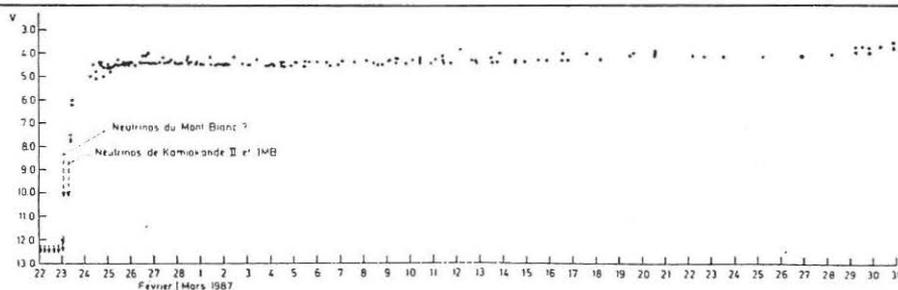
rio interamericano di Las Campanas, situato nella parte settentrionale delle Ande cilene, oltre che da un astronomo dilettante della Nuova Zelanda.

Quella sera la supernova aveva raggiunto una magnitudine visuale di +4, ed era pertanto visibile ad occhio nudo. Su fotografie della Grande Nube di Magellano scattate la notte precedente, non vi è traccia della supernova. L'esplosione deve quindi essere avvenuta poche ore prima della scoperta. L'importanza di questo avvenimento è enorme, data la sua vicinanza si potranno infatti compiere delle osser-

vazioni estremamente accurate, che permetteranno di comprendere i meccanismi che stanno alla base di questo spettacolare fenomeno celeste.

La scoperta ottica è stata accompagnata da una non meno sensazionale detezione di neutrini provenienti dalla supernova.

Il neutrino è una particella elementare prevista teoricamente dal fisico W. Pauli nel 1930 e poi confermata sperimentalmente nel 1953. Si tratta di una particella che interagisce molto debolmente con la materia, tanto che la maggior parte dei neutrini attraversa



Curva di luce della supernova dal 22 febbraio al 31 marzo 1987. La luminosità è espressa in magnitudini visuali (V) e si basa su numerose stime eseguite in diversi osservatori. Sono anche segnati i tempi delle registrazioni neutriniche.

la Terra senza interagire con la materia di cui è composto il nostro pianeta.

Il fenomeno della supernova è legato allo stadio finale dell'evoluzione di stelle molto massicce. La fonte energetica delle stelle sono le reazioni nucleari, essenzialmente la fusione dell'idrogeno in elio, con conseguente liberazione di energia. Quando nel centro della stella l'idrogeno è stato completamente trasformato in elio, l'astro si contrae sotto il proprio peso dato che la pressione termica non è più sufficiente a controbilanciare

la forte attrazione gravitazionale. A causa della contrazione, la temperatura centrale sale fintanto che a loro volta i nuclei di elio si fondono per formare del carbonio. Terminato pure questo ciclo, se la stella ha una massa molto più grande di quella del Sole, la contrazione continua, innescando sempre nuovi cicli di fusione nucleare, che procedono però sempre più in fretta.

Nel caso di stelle con massa comparabile a quella del Sole, ad un certo momento il processo di contrazione del nucleo e dell'innescio di nuove reazioni nucleari ter-

mina, in quanto la pressione esercitata dalla forza gravitazionale è controbilanciata dalla pressione degli elettroni. Questi ultimi, in seguito a degli effetti quantistici (principio di esclusione di Pauli) non possono venir compressi oltre un determinato limite. Queste stelle formano quindi le cosiddette nane bianche. Per contro, nelle stelle più massicce, le reazioni nucleari arrivano fino al punto in cui vengono formati dei nuclei di ferro. Elementi più pesanti non vengono più sintetizzati poiché la loro formazione, per fusione di nuclei più leggeri, richiede dell'energia, contrariamente a quanto avviene per la sintesi degli elementi più leggeri del ferro, dove la reazione nucleare avviene con guadagno di energia.

Una volta che il nucleo centrale della stella è composto prevalentemente da ferro, questo riprende la propria contrazione. La massa è tale che la pressione degli elettroni non è sufficiente ad arrestare la contrazione, a differenza di quello che avviene per le nane bianche. A questo punto il nucleo centrale della stella implode, mentre gli strati esterni vengono eiettati a grande velocità, fino a 10000 km al secondo. La stella emette quindi in pochissimo tempo una quantità enorme di energia, con un conseguente improvviso e considerevole aumento della sua magnitudine. (quanto sopra descritto corrisponde al fenomeno delle supernove cosiddette di tipo II; per quelle di tipo I il meccanismo è parzialmente differente). Il collasso del nucleo è fermato solamente quando gli elet-

troni liberi si combinano con i protoni, contenuti nei nuclei di ferro, per formare dei neutroni. In questa reazione nucleare, oltre ai neutroni, vengono pure prodotti dei neutrini che sfuggono dalla stella, dato che la loro interazione con la materia è debolissima. Una frazione importante dell'energia liberata durante l'esplosione di una supernova è emessa sotto forma di neutrini. Sono precisamente queste particelle che sono state captate da due gruppi di ricercatori: uno in Giappone e l'altro negli Stati Uniti. Infatti, alcune ore prima della scoperta ottica della supernova, i detettori di particelle dei due gruppi hanno registrato contemporaneamente ciascuno una decina di neutrini in un intervallo di circa 10 secondi. Un gruppo di ricercatori italiani e russi che gestiscono congiuntamente un detettore di neutrini che si trova nel tunnel del Monte Bianco, hanno pure annunciato l'osservazione di 5 neutrini. La loro rilevazione è però anteriore di alcune ore a quella degli altri due gruppi. Si tende pertanto a credere che le osservazioni del Monte Bianco siano state falsate da neutrini di altra provenienza.

Ciò che rimane del nucleo dopo l'esplosione della supernova costituisce una stella a neutroni o pulsar, con un diametro di una decina di chilometri (!). Una pulsar è stata scoperta per esempio nella nebulosa del Granchio; essa ha avuto origine dalla supernova dell'anno 1054, osservata e registrata dagli astronomi cinesi. Per stelle con massa estremamente grande è

possibile che la stella a neutroni non rappresenti lo stadio finale, ma bensì collassi in un buco nero. Finora non è stato però identificato con sicurezza alcun buco nero.

Durante l'esplosione della supernova, le parti esterne vengono espulse a grandissima velocità. Questi gas sono ricchi di elementi pesanti, alcuni dei quali, in particolare modo quelli più pesanti del ferro, si pensa vengano formati durante l'esplosione stessa, date le condizioni di temperatura e pressione altissime che vi si trovano. Tali elementi si disperderanno nello spazio, dove insieme ad altro materiale interstellare, potranno ricollassa-

re e dare origine a nuove stelle e pianeti. Ricordiamo che atomi pesanti, quali l'ossigeno ed il carbonio, sono indispensabili alla nascita ed allo sviluppo della vita.

Nella grande esplosione iniziale, il Big-Bang che ha dato origine all'universo, essenzialmente solo idrogeno ed elio sono stati prodotti. Tutti gli altri elementi, compresi quelli indispensabili alla formazione della vita, sono stati sintetizzati nelle stelle e ridistribuiti nello spazio con delle esplosioni come quelle delle supernove. È chiaro dunque che una migliore conoscenza delle supernove è di fondamentale importanza per la scienza.

Una notizia dell'ultimo momento :

La supernova 1987A ha raggiunto a metà maggio il suo massimo splendore con una magnitudine di +2,8. Questo aumento confermerebbe trattarsi di una supernova di tipo II. Ricordiamo che al momento della scoperta essa aveva una magnitudine di +4,5; l'aumento registrato in maggio corrisponde ad un incremento di ben 400 volte !

Responsabili dei "Gruppi di studio" della Società Astronomica Ticinese :

Gruppo Stelle Variabili : M. Cagnotti-Cafilisch, via Bustelli 2, 6600 Locarno
 Gruppo Pianeti e Sole : S. Cortesi, Specola Solare Ticinese, 6605 Locarno 5
 Gruppo Meteore : dott. A. Sassi, 6951 Cureglia
 Gruppo Astrofotografia: dott. A. Ossola, via Beltramina 3, 6900 Lugano
 Gruppo strumenti : E. Alge, via E.Ludwig 6, 6612 Ascona
 Gruppo "Calina/Carona": F. Delucchi, La Betulla, 6911, Vico Morcote

Si ricorda che queste persone sono a disposizione di soci e lettori per rispondere a quesiti inerenti l'attività ed i programmi dei rispettivi gruppi.

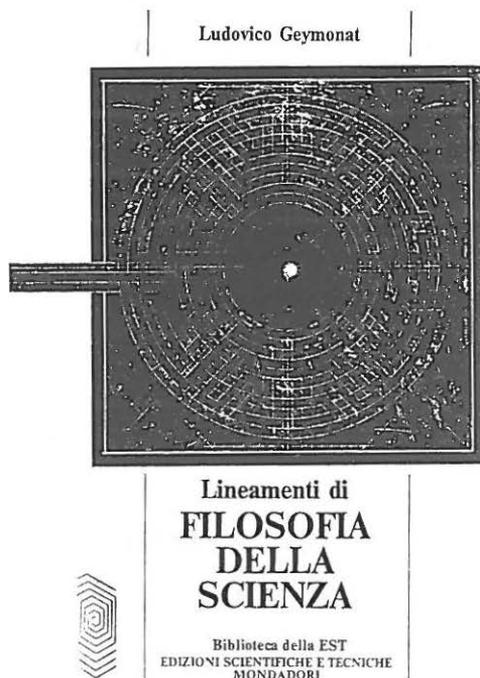
Recensione

L.Geymonat : "Lineamenti di filosofia della scienza"

Mondadori (EST) - pag. 170 , di *M.Cagnotti-Caflich*

Questo libro non riguarda strettamente né l'astronomia né la fisica, ma si occupa più in generale dei problemi sollevati da ogni disciplina scientifica, anche se le teorie fisiche, come in quasi tutti i trattati di filosofia della scienza, vi fanno la parte del leone. L'autore, uno dei massimi filosofi italiani viventi, ex titolare della prima cattedra di filosofia della scienza creata in Italia, all'Università Statale di Milano, e uno dei padri della scuola epistemologica italiana. In questo agile volumetto egli si propone di illustrare con chiarezza i principali temi della filosofia della scienza contemporanea, dal problema della specializzazione e dell'unificazione delle scienze all'analisi del concetto di causa (e del determinismo ad esso legato), dal problema del rapporto fra modelli scientifici e realtà alle relazioni tra storia e filosofia della scienza, fino all'influsso che le discipline scientifiche hanno sulla concezione del mondo dell'uomo contemporaneo.

Una interessante appendice illustra gli sviluppi dell'epistemologia in Italia a partire dal secondo dopo guerra e i problemi sui quali la scuola italiana di filosofia della scienza si è concentrata in modo particolare. Si tratta di informazioni alle quali, spesso, per il lettore non specializzato, non è facile accedere. La maggior parte dei testi di filosofia della scienza sono infatti



di scuola anglosassone o tedesca, mentre in Italia essa ha potuto svilupparsi liberamente solo dopo la caduta del fascismo, ai cui scopi meglio si adattava l'idealismo crociano che non l'empirismo dei pensatori tedeschi (fino all'avvento del nazismo) e, soprattutto, inglesi.

Il linguaggio di Geymonat è sempre facile ed accessibile, cosicché questo libro può servire sia come sintesi dei problemi epistemologici per il lettore che ha già qualche conoscenza in questo ambito, sia come un'agile introduzione per chi non ha alcuna preparazione specifica, ma non per questo vuole rinunciare ad informarsi.

Le stelle binarie e multiple

prof. M.G.Fracastoro (riassunto della conferenza tenuta a Locarno, in occasione dell'Assemblea generale 1986 della Società Astronomica Svizzera)

La storia delle stelle binarie è simile a quella delle variabili: come residuo della mentalità aristotelica, secondo la quale i cieli dovevano essere immutabili, l'idea che le stelle potessero cambiare la loro luminosità non era facilmente recepita. Sebbene la certezza che Algol fosse una variabile sia stata raggiunta soltanto a metà del secolo XVII da Montanari, tutto mi fa credere che quel nome (che in arabo significa "il demonio") sia stato dato a β Persei perché qualcuno ne aveva notate le variazioni di splendore.

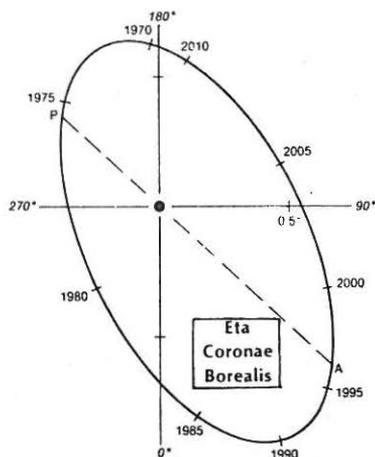


Comunque si dovette pensare che il numero di variabili fosse molto ristretto se, al momento di catalogarle, si pensò che bastasse una lettera dell'alfabeto, e per di più si cominciò dalla "R". Tutti sanno che, arrivati alla "Z", si ricominciò con un'accoppiata di lettere, sempre però partendo da "RR", fino ad arrivare a "ZZ"; poi si ricominciò da "AA" fino a "QZ", per poi decidersi finalmente ad una numerazione progressiva.

Per quanto concerne le stelle doppie, tale denominazione era usata fino dai greci, ma per indicare coppie di stelle vicine prospetticamente, senza alcuna intenzione di affermarne la reale vicinanza nello spazio. Alla fine del secolo XVIII si aveva ormai una mappa completa del cielo e si erano scoperte, col cannocchiale, molte coppie di stelle, più di quanto non facesse prevedere una loro distribuzione casuale, come affermava il rev. Mitchell, osando sfidare l'opinione contraria del grande W.Herschel. Questi, nelle sue ricerche sulla struttura della Galassia, aveva formulato l'ipotesi, certamente non corretta, ma indispensabile per arrivare ad una preliminare conclusione, che le stelle avessero tutte la stessa luminosità in assoluto.

Perciò, quando vedeva due stelle vicine di differente splendore, avendo finito per credere alla sua ipotesi di lavoro, era convinto che esse non potessero essere realmente vicine fra loro e che si trattasse di un effetto di prospettiva. La matematica stava però contro di lui ed aveva ragione il rev. Mitchell. Se ne convinse lo stesso Herschel quando, dopo alcuni decenni di assidue osservazioni, poté riscontrare un moto orbitale della stella più debole attorno a quella più brillante, a riprova di una accelerazione relativa e quindi di una forza esistente fra i due astri: la forza gravitazionale.

Comunque, restava tra gli astronomi la convinzione che le stelle doppie fossero quasi una rarità, tanto che si ritenne un grande onore di scoprirne di nuove; le forze osservative, che erano sempre state molto modeste, si sprecarono nella scoperta di nuove stelle doppie, così

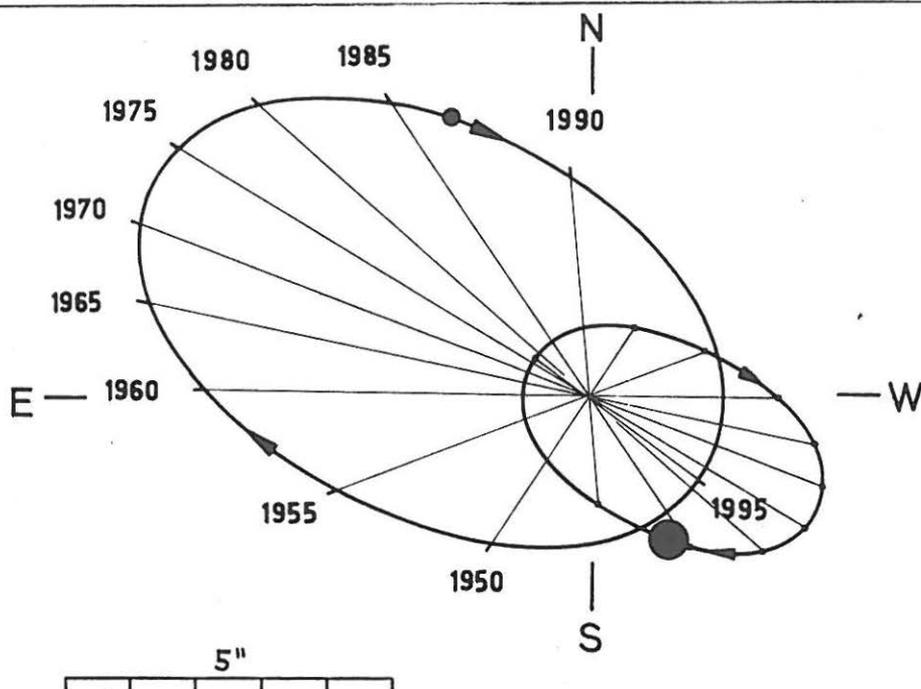


che il loro "Catalogo" si andava allungando sempre di più. Oggi ne sono elencate quasi centomila, ma per la grande maggioranza di esse le osservazioni si limitano ad una, quella dello scopritore, perché non si è trovato nessuno che si sia preso la briga di fare una seconda osservazione di un sistema già scoperto. Molto più prestigioso scoprirne un altro, ed aggiungerlo alla lista!

Lo studio delle stelle doppie può avere due finalità: in primo luogo il tracciamento il più preciso possibile di un'orbita ellittica di una stella attorno all'altra, o per essere più precisi, di ambedue le stelle attorno al comune centro di massa. Da quest'orbita, che è detta orbita apparente perché in realtà è la proiezione sul piano tangente alla sfera celeste dell'orbita reale, si può risalire all'orbita reale stessa e quindi agli elementi orbitali, che sono: l'inclinazione "i", l'angolo del periastro ω , l'angolo del nodo Ω , l'eccentricità "e", il semiasse maggiore "a", l'istante del passaggio al periastro "T". Tuttavia il semiasse maggiore non risulta nella sua lunghezza (per es. in unità astronomiche), ma soltanto in misura angolare (cioè in secondi d'arco). Per averlo in unità astronomiche occorre conoscere la distanza del sistema da noi, quella cioè che viene chiamata "parallasse".

Una parallasse può essere determinata per via trigonometrica, quando il diametro dell'orbita terrestre non sia trascurabile rispetto alla distanza della stella. Il suo valore ha un senso fino a quando questa distanza non supera 2-4 milioni di unità astronomiche, cioè 10-20 parsec (ossia 30-65 anni-luce).

La distanza comunque può essere valutata anche con metodi indiretti. Noti il semiasse maggiore a (in u.a.) e il periodo P (in anni), la terza legge di Keplero permette di conoscere la somma delle masse $M_1 + M_2$ delle due componenti del sistema: una informazione preziosa perché la "macchina" stella ha un suo modo



IL SISTEMA DI SIRIO. In questa rappresentazione si è considerato fisso il baricentro del sistema, con le due componenti percorrenti orbite ellittiche: la componente maggiore (A) percorre l'orbita più piccola.

di funzionare che dipende in primissimo luogo dalla quantità di gas che la forma.

Le prime orbite di stelle doppie furono determinate all'inizio del secolo XIX e poco dopo seguirono le prime misure di parallasse su tre stelle, due delle quali, guarda caso, erano proprio binarie.

(Alpha Centauri e 61 Cygni).

Negli ultimi 150 anni le tecniche astronomiche e astrofisiche sono progredite vistosamente, ma le quantità che occorre determinare nel caso delle parallassi e delle stelle binarie sono intrinsecamente molto piccole e i progressi sono stati pochi, qualitativamente.

Anche da un punto di vista quantitativo non si è fatto granché, se si pensa che di 100 mila binarie catalogate, soltanto un migliaio e forse meno, hanno un'orbita decente e non arrivano a 100 quelle tanto buone da poterne dedurre la massa.

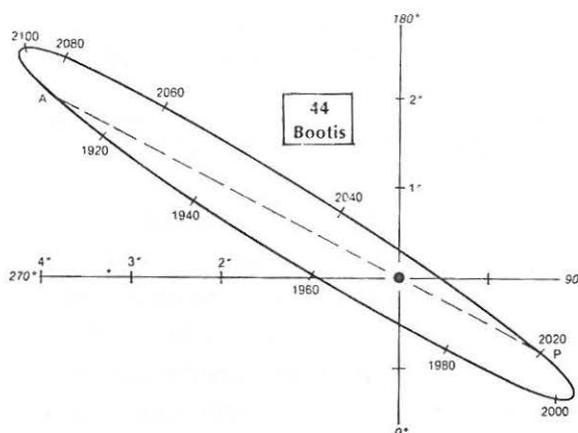
Si pensi poi che nessuna parallasse trigonometrica e ben conosciuta per stelle calde e massicce, così il tracciamento della relazione "massa-luminosità" è ancora incerto al suo estremo superiore. Diremo più avanti di un prossimo miglioramento qualitativo di questi dati.

Veniamo ora all'altro scopo delle ricerche sulle stelle binarie, quello cioè di determinarne la frequenza nella popolazione galattica. Questo problema si abbina immediatamente con quello dell'esistenza di sistemi formati non da due stelle, ma da tre, quattro ed anche più. Inoltre, nelle statistiche, occorre tener con-

to non soltanto delle stelle binarie visuali (quelle cioè tanto separate angularmente da poter essere "viste" al telescopio come due dischetti separati), ma anche delle binarie di altri tipi, a cominciare da quelle stelle cosiddette "astrometriche" (nelle quali si vede un'immagine sola, ma non ferma col passare del tempo, rispetto alle immagini di altre stelle di sfondo), fino alle binarie strette, scoperte come tali o per via spettroscopica (spostamento periodico Doppler delle righe spettrali per effetto del moto orbitale) o per via fotometrica (eclisse parziale o totale di una o l'altra delle componenti).

I risultati di queste ricerche statistiche sono molto interessanti, ma in qualche misura anche un po' sconfortanti: si arriva infatti, secondo certuni, alla conclusione che tutte le stelle sono almeno doppie e che se questo non è ancora stato accertato, la ragione va cercata soltanto nella attuale incompletezza delle nostre osservazioni. Comunque, anche le stime più restrittive sono per una percentuale di stelle doppie o multiple non inferiore al 30%.

Vale la pena dunque di continuare ad allungare i cataloghi "scoprendo" nuove binarie? Certamente no, se questo genere di scoperte procede in modo indiscriminato. Si potrebbe fare



una analisi il più possibile completa di alcune ristrette zone del cielo, seguendo il criterio delle famose "Selected areas". Oppure fermarsi ad una certa magnitudine apparente (fin verso la 9^m le indagini già compiute si possono considerare complete) e cercare compagni deboli, che finora possono essere sfuggiti alla ricerca. È consigliabile anche tener conto di compagni e distanze angolari un po' maggiori di quelle considerate finora, se è vero, come sembra, che il numero di "coppie" contate nel cielo è superiore a quello previsto statisticamente fino a distanze di 10 sec ed anche più.

Debbo dire che queste mie considerazioni non fanno che riprendere i consigli dati agli studiosi del ramo da grandissimi astronomi, come Van den Bos o Kuiper, consigli purtroppo rimasti generalmente inascoltati.

Il campo d'osservazione delle stelle multiple è ancora quasi tutto da coltivare e promette anche grandi soddisfazioni, non soltanto nel suo aspetto osservazionale e statistico (quante sono, come sono distribuite le varie componenti?) ma anche dal punto di vista meccanico (quale è la struttura e l'evoluzione di questi sistemi?) ed evolutivistico (quale è l'origine dei piccoli sistemi stellari e il loro sviluppo nel tempo?).



Da questo punto di vista, vale la pena di ricordare un'altra categoria di stelle "binarie", anche se come tali ufficialmente non sono mai state riconosciute. Si tratta delle stelle a moto proprio comune, cioè di coppie di stelle, per lo più debolissime, che osservate a distanza sufficiente di tempo, appaiono spostarsi di conserva nel cielo, dimostrando un'origine comune e comuni proprietà cinematiche.

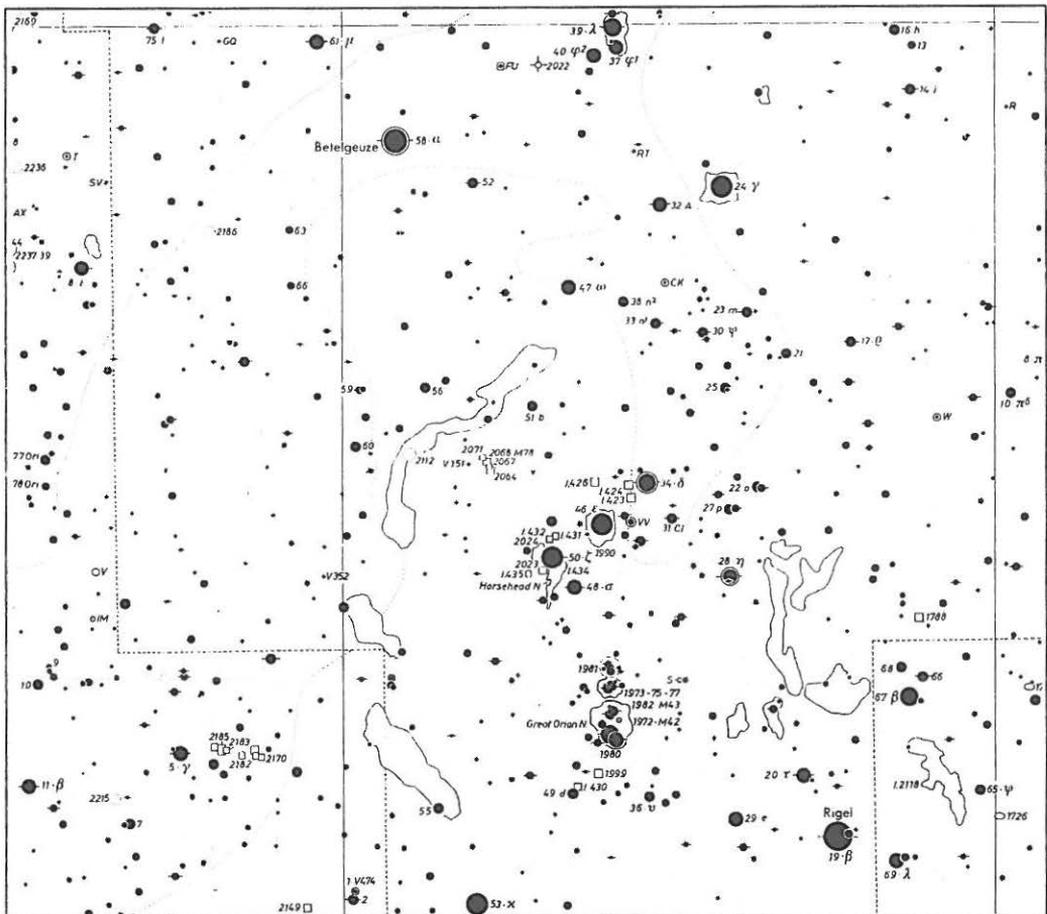
Migliaia e migliaia di queste stelle a moto proprio comune sono state individuate dall'astronomo olandese Luyten, per mezzo del semplice esame di lastre prese a distanza di tempo col riflettore Schmidt del Monte Palomar. Se accettate come binarie, Luyten avrebbe surclassato (senza nemmeno aver messo l'occhio al telescopio) tutti i più assidui osservatori che, in un'intera vita sono riusciti a scoprire sì e no un migliaio di stelle doppie.

Si spiega così una certa riluttanza ad annoverare queste stelle a moto proprio comune fra le binarie; va aggiunto che, per questa ragione, Luyten aveva dato le dimissioni da membro della commissione "Stelle doppie" dell'U.A.I., dimissioni peraltro recentemente ritirate dopo anni di autosegregazione.

Chiuderò accennando ai progressi che si attendono nel prossimo futuro: progressi qualita-

tivi e quantitativi, quando il satellite astrometrico Hipparcos riuscirà, negli anni '90, a misurare oltre centomila parallassi di stelle, una buona parte delle quali saranno ovviamente binarie.

Anche lo "Space Telescope" potrà dare un grande contributo al problema, quando riuscirà ad osservare stelle debolissime, magari veri e propri pianeti, con una massa simile a quella del nostro Giove.



La stessa zona di cielo della fotografia riprodotta all'inizio (costellazione di Orione, ripresa da B.Lepori nel 1984), tratta dalla carta stellare TIRION

Il divenire di un universo in continua trasformazione

di P. Bernasconi

(dalla rivista "Cosmel 3/1987")

Da quando l'universo ha cominciato a svelarsi nella sua globalità, molti interrogativi sono sorti ed hanno impegnato un sempre maggior numero di esperti. Come è nato l'universo, ed in quale maniera si sta evolvendo?

Il momento della creazione è un enigma che, oltre a toccare un'ampia problematica scientifica, si imbatte pure in una realtà filosofica tutt'altro che trascurabile. Infatti il concetto di creazione implica un chiarimento sulla entità preesistente al suo verificarsi, cosa che invece non sarebbe necessario discutere se l'universo fosse concepito come eterno e immutabile.

L'attuale modello cosmologico, quello di una nascita violenta ed improvvisa, il Big Bang, ha trovato sostegno in tutta una serie di osservazioni, la cui importanza scientifica non è mai stata messa in dubbio. Con ciò non si vuole per niente affermare che quello attuale sia il modello corretto della effettiva costituzione e del comportamento del nostro universo, ma oggi come oggi, è il solo che permetta di rispondere senza paradossi, contraddizioni o discordanze al perché dell'attuale disposizione degli astri all'interno del cosmo e al motivo del verificarsi di alcuni fenomeni ad essi connessi (per esempio la loro



Un gruppo di galassie nella costellazione del Leone, distanti da noi 20 milioni di anni-luce (foto ripresa al telescopio da 5 m del Monte Palomar, U.S.A.)

velocità di allontanamento). Alla luce delle attuali conoscenze, si sono infatti potute demolire diverse teorie concorrenziali a quella del "Big-Bang", tra cui quella dello stato stazionario, proposta da Bondi, Gold e Hoyle nel 1948.

Come avrete modo di constatare, i parametri che ci permettono di definire l'universo sono in continua trasformazione. Sorge così spontanea una domanda; a quali cambiamenti ci porterà il remoto futuro? Ci troviamo confrontati con un universo chiuso (e quindi finito), oppure con un universo spazialmente illimitato e aperto? E' quanto sommariamente tenterò di esporre nelle prossime righe, non mancando di ribadire come questo problema sia ancora oggi tutt'altro che risolto.

Consideriamo una sfera S più piccola dell'intero universo, ma almeno più grande della distanza media che separa gli ammassi di galassie (in tal modo si eviterà una mancanza di materia al suo interno, e nel contempo la soluzione ricavata potrà valere per ogni galassia tipica). Consideriamo ora una galassia di massa m posta sulla superficie di S , cosicché il raggio R di S equivarrà alla distanza della galassia dal suo centro. La massa M della sfera S è

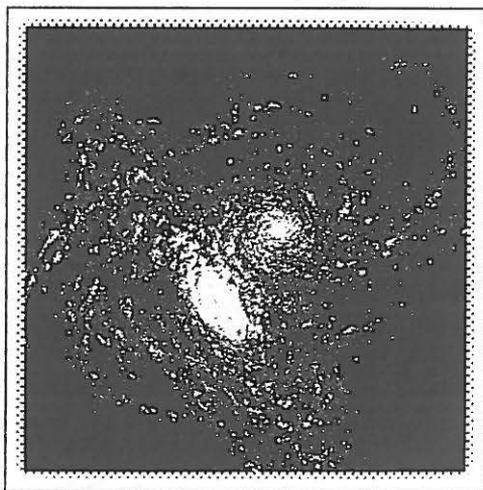
$$M = V \cdot d = 4/3\pi R^3 d$$

L'energia potenziale (E_p) di un qualunque oggetto posto sulla

superficie di S equivale a $-MmG/R$. L'energia potenziale della galassia sarà data quindi da (sostituendo a M l'espressione sopra ricavata):

$$E_p = -4m\pi R^2 dG/3$$

Per ricavare ora la sua energia cinetica, data dalla formula $E_c = 1/2mv^2$, dobbiamo trovare la sua velocità rispetto al nostro sistema di riferimento. Possiamo farlo grazie alla legge di Hubble (esposta nel 1929), la quale afferma che la velocità di allontanamento di una galassia da



ogni altra (e quindi, nel nostro caso, anche dal centro della sfera S) è proporzionale alla sua distanza da questo di una quantità costante H (in km/s ogni milione di anni-luce). Quindi $v = H \cdot R$, da cui si ricava che l'energia cinetica della galassia corrisponde a

$$E_c = 1/2m H^2 R^2$$

La sua energia meccanica, o energia totale, è la somma dell' E_p

e dell' E_c :

$$E_{tot} = E_p + E_c = mR^2(1/2H^2 - 4/3\Pi dG)$$

L'energia cinetica é l'energia di movimento della galassia . Perché quest'ultima possa venir arrestata nel suo moto, occorre quindi che possieda una energia potenziale sufficientemente elevata. La galassia potrà arrestarsi se l' E_p sarà almeno uguale o maggiore dell' E_c . Importante é comunque sottolineare che se da un canto l' E_p serve a diminuire il valore dell' E_c , la stessa E_p diminuisce a distanza infinita , man mano che la galassia si allontana. In definitiva abbiamo la seguente situazione :

se $E_{tot} < 0$, l'universo sarà chiuso
se $E_{tot} > 0$, l'universo sarà aperto

Il caso di transizione si avrà quando $E_{tot} = 0$, vale a dire se $E_p = E_c = 1/2 H^2 = 4/3 \Pi d G$

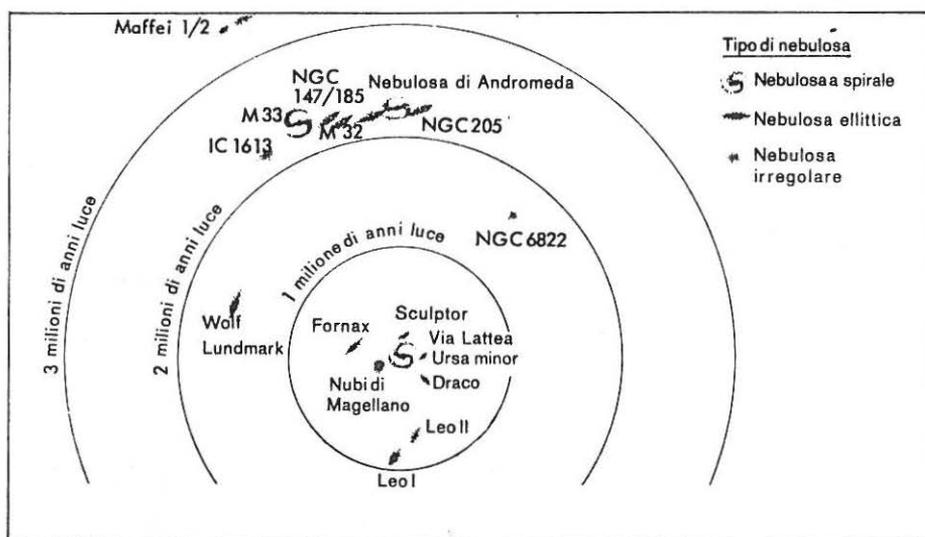
Da tutto ciò si ricava che la densità critica equivale a $d_c = 3 H^2 / (8 \Pi G)$

La costante di gravitazione G é conosciuta, e assume il valore di $6,673.10^8 \text{ cm}^3/\text{g}\cdot\text{sec}^2$. Viceversa, il valore della costante H risulta ancor oggi assai incerto. Un valore comunemente usato é di 23 km/sec per milione di anni-luce, ma la precisione risulta essere di $\pm 30\%$, ossia tutt'altro che trascurabile.

Riassumiamo le abbreviazioni ed i simboli usati in questo articolo :
S- sfera R- raggio V- volume
M- massa d- densità Π -pi greco
H=cost.di Hubble; c=velocità luce
G=cost. gravitazionale; E- energia

Rimane il fatto che H non é per niente costante , ma varia con il mutare dell'età T del nostro universo. H si può considerare costante in tutto l'universo solo per un tempo t preciso e limitato, e questo é facilmente dimostrabile.

(continua)



Il gruppo locale di galassie (al centro la nostra Galassia) come se fosse visto dall' "alto" (ossia dalla direzione del polo della nostra Galassia)

Effemeridi per il mese di agosto

Visibilità dei pianeti :

- MERCURIO** : in congiunzione elíaca il 20 agosto, sarà osservabile, anche se con difficoltà, la prima settimana del mese, al mattino, nella costellazione dei Gemelli.
- VENERE** : pure in congiunzione col Sole il 23 agosto, sarà invisibile per tutto il mese.
- MARTE** : come i pianeti precedenti, si trova in congiunzione con il Sole e quindi rimarrà invisibile.
- GIOVE** : nella costellazione dei Pesci avanza lentamente verso quella dell'Ariete e rimane praticamente visibile tutta la notte, di magnitudine -2 ed un diametro polare maggiore di 40", interessanti i fenomeni mutuali dei satelliti galileiani, da osservare al telescopio (eclissi, occultazioni, passaggi).
- SATURNO** : si trova sempre nella costellazione dell'Ofiuco ed è ancora osservabile nella prima parte della notte, basso verso l'orizzonte sud- sud/ovest.
- URANO** : segue di poco Saturno e si trova a circa un'ora di ascensione retta più ad est, sempre nella costellazione dell'Ofiuco. Sarà pure osservabile, al telescopio, nella prima parte della notte.
- NETTUNO** : visibile per tutta la notte, nella costellazione del Sagittario. Da cercare, al telescopio, tra le stelle della Via Lattea.

Sciame di stelle filanti : le PERSEIDI

Dal 10 al 14 agosto, con un massimo il 13 ed una frequenza media oraria di circa 70 stelle filanti. Sono meglio osservabili nella seconda parte della notte, con il radiante alto sull'orizzonte. L'origine di questo sciame è la cometa Swift-Tuttle (1862 III).

NOTIZIARIO TELEFONICO AUTOMATICO : 093/ 31 44 45

aggiornato all'inizio di ogni mese, a cura della Specola Solare Ticinese di Locarno



FANTASIA E
PRECISIONE

40P



OTTICO MICHEL

occhiali

lenti a contatto

strumenti ottici

Lugano Via Nassa 9

Lugano Via Pretorio 14

Chiasso Corso S. Gottardo 32

CELESTRON®

BAUSCH & LOMB



G.A. 6601 Locarno

Corrispondenza : Specola Solare, 6605 Locarno 5

