

---

# CAV

# Notiziario



Anno X, Numero 1

Gennaio 2002

---

## IN QUESTO NUMERO

- 3** Alla scoperta dei pianeti extrasolari Angelo Gelodi
- 10** Dalla Divinazione all'Astronomia Sergio Moltomoli
- 13** Come affrontare l'inquinamento luminoso Paolo Maffei (dal Corriere della Sera del 9 dicembre 2001)
- 15** Fenomeni del periodo a cura di Giuliano Pinazzi
- 16** Il Vuoto che creò l'Universo Paolo Alessandrini
- 19** Appuntamenti del Circolo

## **CAV** Notiziario

*Periodico del C.A.V.*

*Circolo Astrofili Veronesi*

**Responsabile Editoriale**

Paolo Alessandrini

**Hanno collaborato alla realizzazione di questo numero:**

Angelo Gelodi

Sergio Moltomoli

Giuliano Pinazzi

Paolo Espen

In copertina: un'immagine della serata pubblica di osservazione astronomica in Piazza Bra organizzata dal C.A.V. nel 199X. Il 19 gennaio si terrà un'analogha manifestazione in Piazza S. Zeno, tra le ore 18 e le 23.



*Circolo Astrofili Veronesi*

**Delegazione dell'Unione Astrofili Italiani per Verona e provincia**

Casella Postale 2016 - 37100 VERONA Sede degli incontri: Piazza Vittoria, 10 - Parona (Verona)

Web: [www.rcvr.org/assoc/astro](http://www.rcvr.org/assoc/astro) - E-mail: [cav@rcvr.org](mailto:cav@rcvr.org)

Recapiti telefonici: 045/8349974 (Presidente), 045/8730442 (Segretario)

Il C.A.V. è una libera associazione culturale ad indirizzo scientifico senza fini di lucro, che opera dal 1977, il cui intento è quello di riunire gli appassionati di astronomia della provincia di Verona.

L'attività che svolge si sviluppa in tre ambiti: divulgazione a mezzo di conferenze e seminari, tenuti sia in sede sia presso enti pubblici e scuole; osservazione pratica del cielo attraverso uscite pratiche sul campo; ricerca astronomica a livello amatoriale. Attualmente il Consiglio Direttivo del C.A.V. è formato dai seguenti soci: Giuseppe Coghi (Presidente), Sergio Moltomoli (Vicepresidente), Angelo Gelodi (Segretario), Flavio Castellani, Paolo Espen, Giuliano Pinazzi (Consiglieri).

# Alla scoperta dei pianeti extrasolari

Angelo Gelodi

Una premessa: **nessuno ha mai visto un pianeta attorno ad una stella diversa dal nostro sole**. Della loro esistenza sussistono però molti indizi, e in una settantina di casi (a tutto il 2001) anche le prove documentali indirette. Perché indirette? Perché tale esistenza è desunta da fenomeni particolari, strumentalmente osservati e quantitativamente misurabili, di cui parleremo.

**Cos'è un pianeta?** Senza porre un limite inferiore, diremo che è tale ogni aggregazione orbitante di massa **non** abbastanza grande da riuscire ad attivare al suo interno i processi *nucleari* che generano la produzione di energia nelle stelle. E' una precisazione importante, perché anche Giove e Saturno – che non sono stelle - “generano” energia (ne emettono infatti più di quanta ne ricevano dal Sole, e sono sorgenti di radioonde), ma essa è probabilmente prodotta dalla contrazione dei pianeti stessi, o da processi chimici o di decadimento di alcuni isotopi instabili, e **non** derivante da processi come la fusione del deuterio (che richiederebbe temperature dell'ordine di centinaia di migliaia di gradi per attivarsi), o il ciclo protone-protone, tipici delle “stelle” vere e proprie.

La massa minima necessaria a consentire l'attivazione del primo di tali processi nucleari (la fusione del deuterio) è indicata nell'ordine di 10 – 20 volte la massa di Giove: solo al di sotto di tale massa potremo parlare di “pianeti”, al di sopra dovremo parlare di stelle “nane brune”.

Tralasciando le dissertazioni che, da Aristotele in poi, sono state fatte sulla possibile esistenza di “altri mondi abitati” (cioè di altri pianeti), possiamo collocare

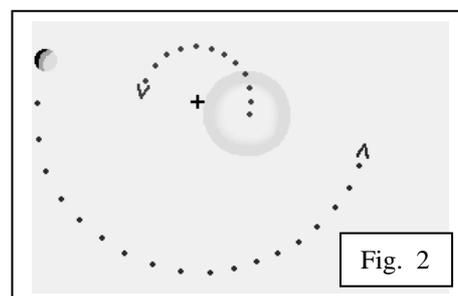
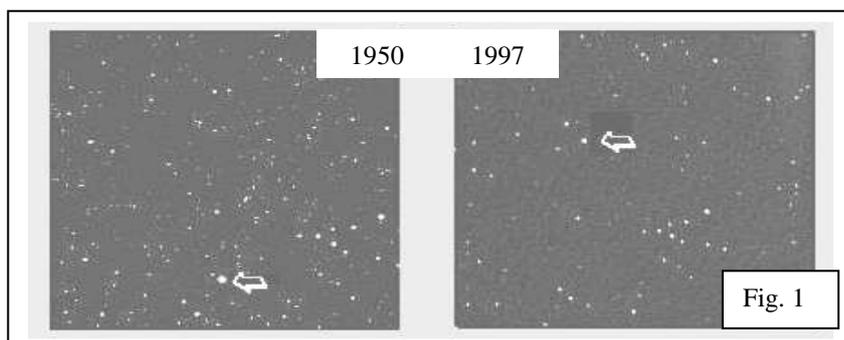
l'inizio di una scientifica ricerca di pianeti extrasolari all'inizio degli anni '60, quando Peter Van de Kamp, olandese, si dedicò allo studio della traiettoria descritta nel cielo dalla stella di Barnard.

Si tratta di una nana rossa, quarta in ordine di distanza dal Sole (è posta a 6 A.L. nella costellazione di Ofioco), dotata di un moto proprio vistosissimo, pari a 10.29 secondi d'arco all'anno (**Fig. 1**: in 180 anni la sua posizione in cielo cambia come il diametro apparente del sole o della Luna!).

Perché tale attenzione così “mirata”? Se un pianeta è in orbita attorno ad una stella, anche quest'ultima ruota attorno al baricentro comune del sistema pianeta – stella (vedi **Fig. 2**), e il rapporto tra i due raggi di rotazione è proporzionale al rapporto tra le due masse. Un osservatore posto più o meno perpendicolarmente al piano di rotazione dei due corpi, anche senza riuscire ad osservare il pianeta, potrà desumerne l'esistenza osservando la stella spostarsi con regolarità attorno ad una posizione media (vedi **Fig. 3**, riferita ad un sistema stellare binario: nel caso di un pianeta, le deviazioni del moto della stella sono molto, molto minori).

Gli spostamenti angolari osservati saranno tanto più cospicui quanto più la stella è vicina e quanto più è grosso il pianeta rispetto alla stella; la loro misura richiederà comunque osservazioni ripetute per molti anni o decenni. Un veloce moto proprio apparente della stella agevolerà infine la rilevazione degli scostamenti nel corso del tempo.

Misurando le distanze  $d_1$  e  $d_2$  si potrà valutare il rapporto tra le due masse:  $d_2 / d_1 = M_1 / M_2$ .



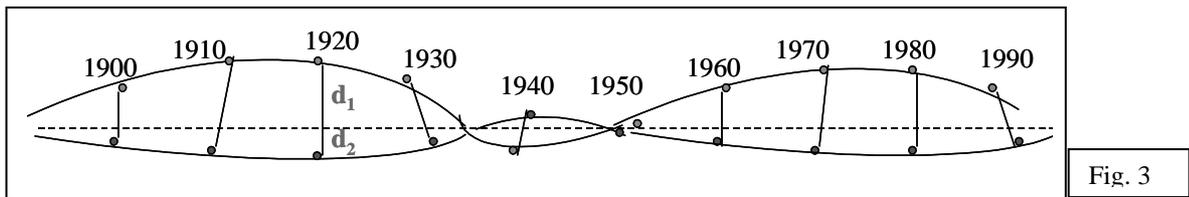


Fig. 3

Con tale metodo (**metodo astrometrico**), il periodo orbitale e gli spostamenti angolari apparenti sono direttamente desumibili dalle fotografie del cielo riprese a distanza di tempo.

Per determinare gli altri elementi caratteristici orbitali e di massa del pianeta, occorre però:

- introdurre adeguate ipotesi sulla massa della stella principale (e ciò è senz'altro possibile in base alla classe / tipo di stella, alla sua analisi spettrale, alla sua luminosità assoluta, etc.);
- tener conto che l'inclinazione del piano orbitale sulla linea di vista non è nota, e che quindi anche le distanze (angolari)  $d_1$  e  $d_2$  sono falsate in maniera **non nota** (se  $i$  è l'angolo di inclinazione del piano orbitale sulla linea di vista Terra – stella, i raggi effettivi delle orbite risultano infatti pari a  $d_1 \times \sin i$  e  $d_2 \times \sin i$  (Fig. 3; per il significato dell'angolo  $i$  vedi anche Fig. 4).

La massa planetaria determinata senza conoscere tale angolo diventa così la **massa minima** attribuibile al pianeta stesso, non quella effettiva.

La precisione richiesta per misure attendibili è poi estrema: un pianeta di "tipo terrestre" in orbita attorno ad un altro sole richiederebbe, per essere rilevato, misure con precisioni di **millesimi** di secondo d'arco . . . . !

Ciò nonostante, nel 1982, a termine di misurazioni durate tre decenni, Van de Kamp dette l'annuncio che due pianeti, di 0,7 e 0,5

**MGio** (masse di Giove) orbitavano attorno alla stella.

Il risultato scatenò furiose polemiche e non venne mai accettato del tutto dalla comunità scientifica che riteneva tali conclusioni viziata da errori sistematici. Tuttavia la Stella di Barnard venne studiata di nuovo (con altri metodi), e nel 1995 venne riconosciuta la presenza di due compagne Nane Brune (stelle quindi, non pianeti).

Ormai abbandonato tale metodo astrometrico, da due decenni la ricerca si è orientata al cosiddetto **metodo spettroscopico** (particolarmente ad opera di Marcy e Butler), consistente nel ricercare gli spostamenti verso il blu e verso il rosso delle righe spettrali della stella in conseguenza del moto orbitale (**Fig. 2**) ad essa imposto dalla presenza di un pianeta: si tratta del ben noto **effetto Doppler**.

A differenza del precedente, tale metodo è tanto più sensibile e preciso quanto più il piano orbitale della stella giace in prossimità della linea di visuale terra – stella.

Come per il metodo precedente, infatti, sussiste l'inconoscibilità dell'angolo  $i$  di inclinazione del piano orbitale e la possibilità conseguente di determinare solo la **massa minima** del pianeta perturbante: una volta nota o ipotizzata la massa stellare  $M$ , e misurati il periodo  $P$  e la velocità radiale massima  $V_r$ , la massa planetaria  $m_p$  (anzi, il prodotto  $m_p \times \sin i$ ) può essere ricavata tramite la formula indicata in **Fig. 4**.

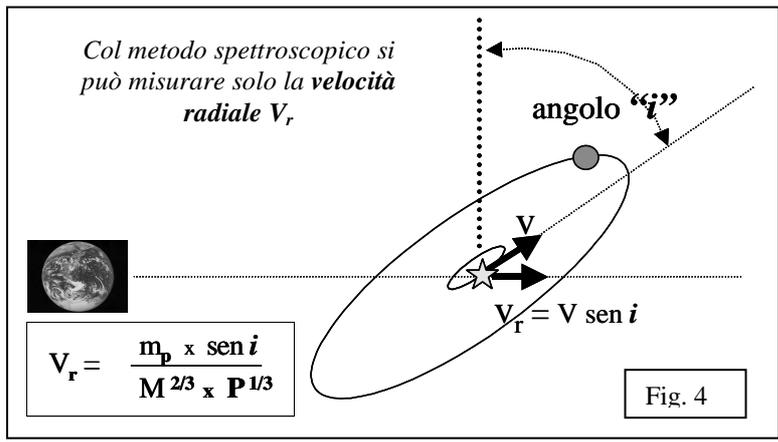


Fig. 4

Ma l'enorme vantaggio del metodo deriva dalla sua sensibilità: nella seconda metà degli anni '90 sono entrati in funzione spettrometri in grado di misurare velocità di allontanamento ed avvicinamento dell'ordine di pochi metri al secondo! Da ciò l'incremento nettissimo, dopo tale data, di nuovi "avvistamenti" di pianeti – tutti "massicci" – attorno a stelle vicine.

L'esigenza di una tale sensibilità è presto chiarita: se la Terra fosse il solo pianeta a ruotare attorno al Sole (che ha una massa 330.000 volte maggiore ed è distante 150 milioni di km), essa "imporrebbe" al Sole stesso di ruotare attorno al comune baricentro su una orbita leggermente ellittica del "raggio" di circa 450 Km (150 milioni / 330.000); il sole percorrerebbe tale orbita in un anno, ad una velocità media – fatti i conti - di circa 9 cm/s!!! Se il solo pianeta fosse Giove, tenendo conto della sua maggiore distanza dal Sole, la velocità indotta nel Sole stesso sarebbe di circa 13 m/s !

Sono quindi evidenti sia l'esigenza di altissime sensibilità nei rilevamenti spettroscopici, che i limiti del metodo, idoneo a rivelare solo pianeti abbastanza massicci e abbastanza vicini alla stella.

Uno dei primi risultati, poi confermato, fu ottenuto da Mayor e Didier Queloz, con la scoperta che la velocità – misurata sulla linea visuale - della stella 51 Pegasi (una stella della sequenza principale, classe spettrale G2-3 V, posta a 42 anni luce dalla Terra), è soggetta a variazioni di circa 70 metri al secondo ogni 4,2 giorni. Se ciò è dovuto a movimenti orbitali, questi numeri suggeriscono che c'è un pianeta a soli 7 milioni di chilometri da 51 Pegasi, molto più vicino di quanto sia Mercurio rispetto al Sole. Come opera in pratica tale **metodo spettroscopico**? Si tratta di effettuare decine o centinaia di rilevamenti periodici della velocità di avvicinamento ed allontanamento della stella, ricostruendone grafici come quelli della **Fig. 5**, relativi alle stelle HD 46375, 16 Cygni e 70 Virginis.

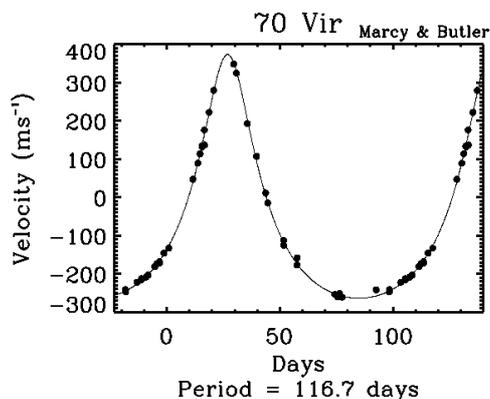
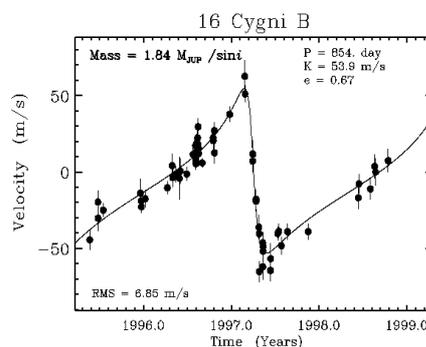
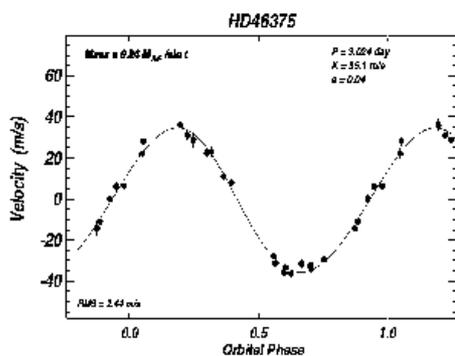


Fig. 5

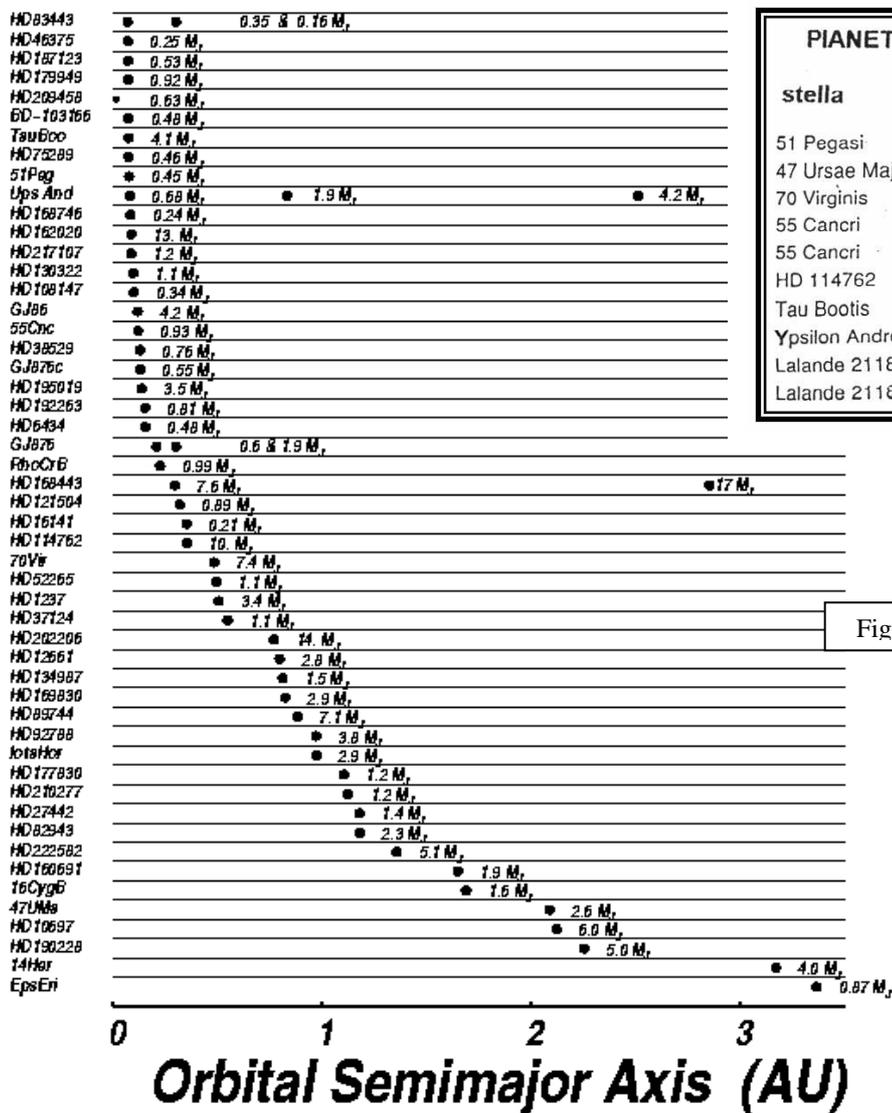
Tali grafici forniscono preziosi indizi su un'altra delle caratteristiche orbitali del pianeta: l'eccentricità. Il primo grafico a dx, a forma di sinusoide, sta chiaramente ad indicare un'orbita quasi circolare (ad eccentricità minima o nulla), mentre per 16 Cygni si può arguire una forte eccentricità, con rapide variazioni conseguenti della velocità radiale in corrispondenza, ovviamente, del periastro (minima distanza del pianeta dalla stella).

Come per il precedente metodo, il valore di massa indicato si riferisce o alla **massa minima** attribuibile al pianeta (espressa solitamente in  $M_{gio}$  o  $M_{jup}$  = masse di Giove),

o al prodotto  $m_p \times \sin i$  (o  $m_p / \sin i$ , a seconda di come si misuri l'angolo stesso).

Le tabelle di **Fig. 6 e 7** (pagina precedente) danno elenchi e caratteristiche (fonte: Internet) di pianeti extrasolari così scoperti.

Si noti in **Fig. 6** come tali masse siano in grande maggioranza uguali o superiori a quella di Giove, e le distanze dalla stella solo in pochi casi risultino superiori a 2 U.A. (Unità astronomiche = distanza Terra - Sole): solo pianeti "grossi e vicini" possono infatti imporre alla stella consistenti velocità di rotazione attorno al baricentro. L'andamento dei grafici di talune stelle ha anche consentito l'attribuzione di talune anomalie alla presenza di più pianeti orbitanti.



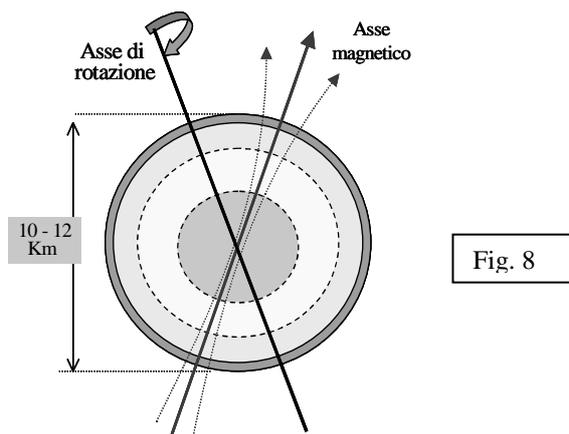
PIANETI EXTRASOLARI FINORA SCOPERTI			
stella	distanza (U.A.)	periodo (giorni)	massa minima (Giove=1)
51 Pegasi	0.05	4.3 days	0.5
47 Ursae Majoris	2.1	1103 days	2.4
70 Virginis	ecc. orbit	116.7 days	6.6
55 Cancri	0.11	14.76 days	0.8
55 Cancri	>5	unknown	>5
HD 114762	ecc. orbit	84.01 days	10
Tau Bootis	0.0047	3.31 days	3.7
Ypsilon Andromedae	0.054	4.61 days	0.6
Lalande 21185	2.2	5.8 years	0.9
Lalande 21185	11	30 years	1.1

Fig. 6 - Fig. 7

Distanza Pianeta / Stella in Unità Astronomiche

Se quello descritto è il metodo principale oggi utilizzato alla ricerca di pianeti extrasolari, sono tuttavia state esplorate altre strade per la loro individuazione.

**Metodo delle pulsar:** è noto come le stelle di massa pari o superiore a circa 3 masse solari evolvano al termine della loro vita in giganti rosse, per poi esplodere come supernove lasciando come residuo una stella di neutroni, rotante ad incredibile velocità e con fortissimi campi magnetici. Se l'asse magnetico (lungo il quale vengono convogliate potenti emissioni e.m. anche nelle onde radio) è disassato rispetto a quello di rotazione, può capitare che, ad ogni giro della stella su se stessa, le emissioni vengano orientate in direzione della Terra. Questa riceverà allora periodici impulsi di radioonde dalla sorgente stellare, definita in tal caso, appunto, pulsar (**Fig. 8**).



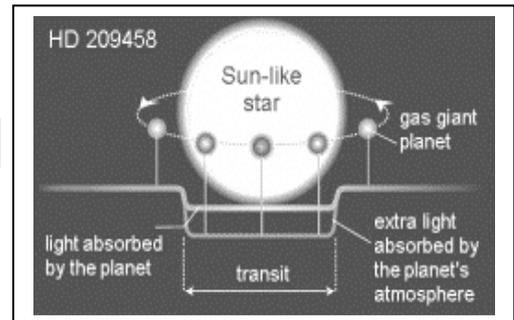
La regolarità ultracronometrica (maggiore di quella di un orologio atomico!!) del periodo di rotazione delle pulsar e del conseguente impulso radio, ha fatto supporre che eventuali, leggere deviazioni periodiche nel periodo stesso siano attribuibili a moti di allontanamento / avvicinamento della pulsar stessa dovuti al suo orbitare attorno al baricentro di un sistema pulsar – pianeta. E' con questo metodo che, nel 1992, Wolszczan e Frail poterono annunciare la prima conferma di un pianeta extraterrestre attorno ad una Pulsar. Sono stati poi anche trovati tre piccoli corpi in orbita attorno alla pulsar PSR 1257+12, designati come "PSR1257+12 A, ..B, e ..C". Uno è grande quanto la Luna, gli altri due sono circa 2 o 3 volte la massa della Terra. Ma attenzione! Si tratta di corpi planetari formatisi per aggregazione dei "frammenti" dell'esplosione

della supernova, potendosi escludere che una pianeta preesistente possa essere sopravvissuto all'esplosione stessa.

**Metodo fotometrico:** consiste nella analisi delle **variazioni periodiche** di luminosità di una stella collegabili al transito di grandi masse planetarie opache sul disco apparente stellare (**Fig. 9**). Come risulta chiaramente dalla figura, una rapida diminuzione (e successivo rapido aumento) della luminosità della stella sta ad indicare che un "qualcosa" la eclissa.

Il metodo richiede che l'orbita del pianeta passi vicino alla congiungente Terra – stella, e questo è un fenomeno raramente riscontrabile ma statisticamente non trascurabile.

La strategia applicata è allora quella di concentrare la ricerca su aree del cielo molto ricche di stelle "normali" (cioè di classe stellare F o G, come il Sole), e segnatamente sugli ammassi globulari (centinaia di migliaia / milioni di stelle relativamente vecchie e vicine tra loro, anche prospetticamente).



Un aspetto di particolare interesse del metodo è dato dall'aver consentito la prima determinazione di qualche **caratteristica della atmosfera del pianeta orbitante**, e precisamente la presenza di sodio nell'atmosfera del pianeta della stella HD 209458 (pianeta risultato pari a  $0.63 M_{\text{Gio}}$ , posto ad una distanza inferiore a  $0.1 \text{ U.A.}$  dalla stella)

Infatti, se sullo sfondo dello spettro ad emissione continuo della stella, in corrispondenza del passaggio del pianeta (cioè della periodica diminuzione della luminosità) si nota la comparsa o l'accentuazione di righe di assorbimento, è logico riferire tale assorbimento alla fredda atmosfera del pianeta invisibile (**Fig 10**).

E' chiaro che tale rilevamento sarà possibile solo in caso di adeguate dimensioni del

pianeta e di concentrazioni molto alte del materiale assorbente.

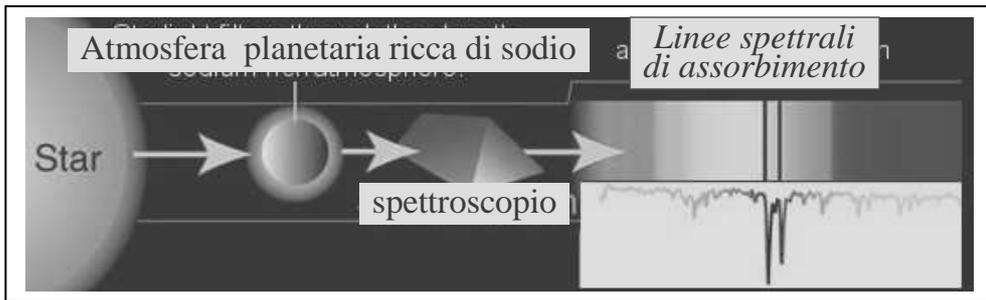


Fig. 10

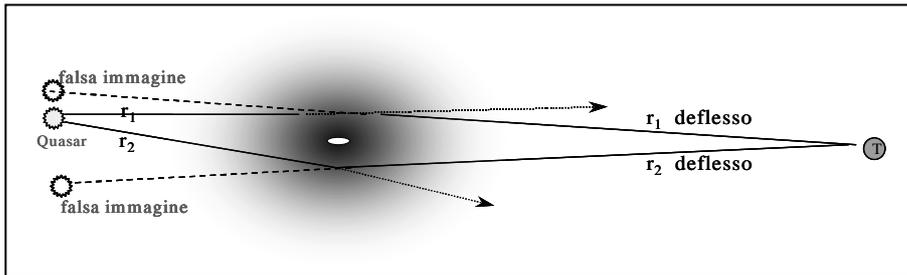


Fig. 11

**Metodo di lensing gravitazionale:** applica lo stesso principio che è alla base dei fenomeni cui talora va soggetta la luce di lontani quasar (Fig. 11). Se una massa si interpone tra la sorgente e la Terra, la maggior curvatura dello spazio prodotta dalla massa stessa deflette (devia) i raggi luminosi, che vengono percepiti come provenienti da direzioni diverse. Ciò dà luogo ai fenomeni noti come "lenti gravitazionali" (Fig. 12), che si accompagnano ad un guadagno della luminosità dell'oggetto lontano.

E' un analogo effetto di *lensing* a provocare un simile incremento della luminosità di una lontana stella quando una stella più vicina (magari accompagnata da pianeti invisibili) passa sulla congiungente stella lontana – Terra.

In questo caso si tratta ovviamente di un effetto estremamente debole, ma tuttavia

rilevabile dal Telescopio Spaziale, che nel 1999 ha registrato la variazione di luminosità di una stella di sfondo (lontana 30.000 A.L.) per il passaggio davanti ad essa di una stella accompagnata da un pianeta (Fig. 13).

Sulla curva principale che riporta la variazione della luminosità della stella di sfondo si nota un picco anomalo, che è stato attribuito al passaggio di un pianeta accompagnante la stella che provoca l'effetto di lensing.

Anche per tale metodo la rilevanza statistica è minima, e come per il metodo precedente la ricerca è mirata agli addensamenti di stelle costituiti dagli ammassi globulari.

Il telescopio spaziale Hubble ha consentito anche di approfondire lo studio della particolare stella **Beta Pictoris**, che sin dagli anni '60 si sapeva essere circondata da un disco di materiale orbitante.

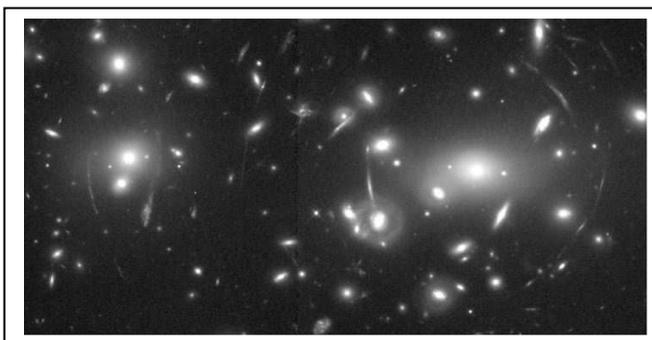


Fig. 12

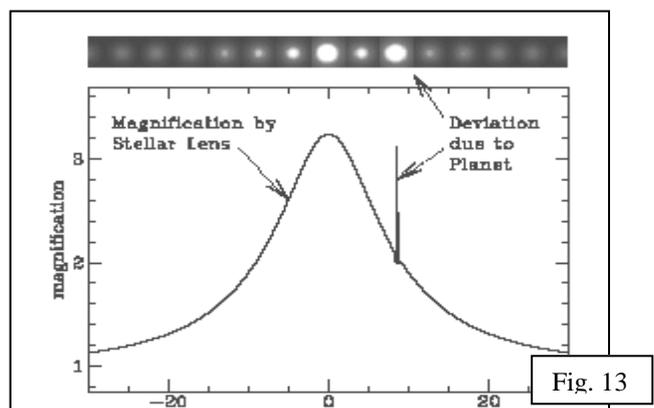


Fig. 13

E' una stella distante 60 A.L. che ha circa 20 milioni di anni. Si trova cioè nella fase in cui i pianeti, se mai ci saranno, stanno formandosi. Oltre a dimostrare che tale disco è molto più sottile di quanto percepibile da Terra (a causa dell'assenza di distorsioni indotte dalla nostra atmosfera), e che quindi la fase di formazione planetaria può essere già avanzata, lo HST ha evidenziato nel 1998 vistose deformazioni trasversali del disco stesso.

Ma lo HST ha fatto di più, evidenziando anche evidenti interruzioni nella continuità del profilo del disco (**Fig. 14**), con addensamenti e rarefazioni attribuibili all'influenza gravitazionale di uno o più pianeti in formazione. Si tratterebbe dello stesso meccanismo che, all'interno degli anelli di Saturno, "scava" le note lacune o divisioni (di Cassini, di Encke, etc.).

L'analisi spettroscopica condotta sul disco ha poi evidenziato l'assenza di idrogeno molecolare "libero", che era lecito aspettarsi in grande quantità, ed ha fatto ritenere che lo stesso sia incorporato in molecole più complesse, quali l'acqua.

Ha così preso corpo l'ipotesi che a costituire il disco sia una quantità sterminata di oggetti di tipo cometario, assimilabili nel complesso – anche per dimensioni - alla "nostra" Fascia di Kuiper (ricordiamo che quest'ultima si estenderebbe tra le 35 e le 1000 U.A. dal Sole).

**Metodologie ... fallibili:** anche lo HST (o meglio, i teams che si alternano al suo impiego) prende però talora delle cantonate. Nel 1998, nell'ambito di una ricerca tesa a censire stelle nella fase di "protostella", lo HST riprese l'immagine riprodotta in **Fig. 15**, che fece il giro del mondo. Nell'angolo in basso a sinistra compariva infatti un oggetto con un alone, che venne interpretato come un pianeta in corso di formazione, ancora circondato da una nube di gas illuminata dalla stella doppia "stretta" TMR- 1C, ben visibile al centro. Ne vennero anche indicati i dati essenziali: si sarebbe trattato di un proto-pianeta della massa di  $2.5 M_{\text{Gio}}$ , posto a circa 1500 U.A. dalle stelle, attorno alle quali ruoterebbe con un periodo di 40.000 anni. Nonostante qualche riserva subito espressa, si dovette aspettare quasi due anni (marzo 2000) perché la natura planetaria dell'oggetto venisse clamorosamente smentita da misure

di temperatura effettuate con il grande telescopio Keck da 10 m. Venne infatti accertato che la temperatura superficiale dell'oggetto era dell'ordine dei 2700 gradi Kelvin, troppi per un pianeta posto a tale distanza dalle stelle – madri, ed esso venne definitivamente etichettato come "stellar object".<sup>1</sup>

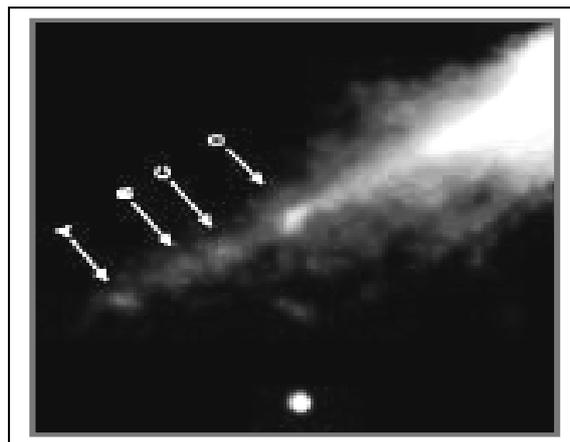


Fig. 14

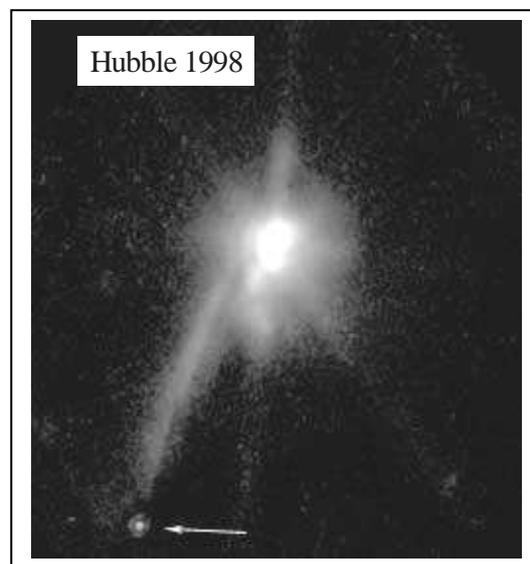


Fig. 15

<sup>1</sup> Il clamore della "falsa" scoperta contagiò allora anche la redazione del "CAV Notiziario", al punto che l'immagine in Fig. 15 apparve come foto di copertina del primo numero della "nuova gestione", nel giugno 1998, accompagnata da un articolo nel quale venivano riferiti i dettagli della notizia (N.d.R.).

### I limiti attuali della ricerca

La Fig. 16 li riassume bene:

valori di massa superiori a circa  $10 M_{\text{Gio}}$  collocano l'oggetto tra le stelle nane brune, escludendone la caratteristica di pianeta;

- oggetti più prossimi di circa 0.03 U.A. ( 5 milioni di Km) alla stella – madre non potrebbero resistere a lungo, risultando prossimi o all'interno della fotosfera della stessa;
- la linea curva continua, discendente da destra a sinistra, segna il limite attuale delle misure spettroscopiche : un pianeta come Giove è al limite della rilevabilità alla distanza di 5 U.A.; per essere notato alla distanza di 20 U.A. dovrebbe avere una massa circa 10 volte superiore;
- pianeti come Saturno sarebbero rilevabili solo se molto più vicini alla stella (circa 0.5 U.A.) di quanto lo sia la Terra al sole.

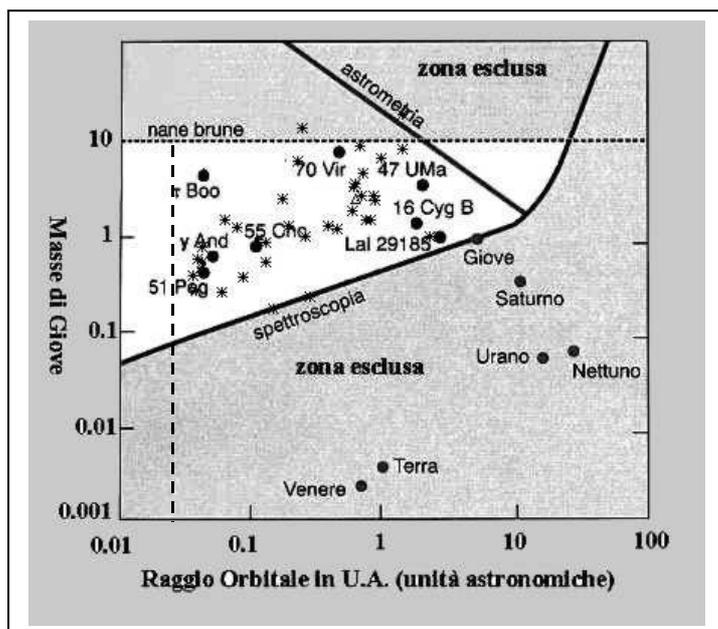


Fig. 16

## Dalla Divinazione all'Astronomia

Sergio Moltomoli

**La storia dell'astronomia** si fonde con la storia della cultura occidentale e per conoscerla dobbiamo ripercorrere le nostre radici culturali fino alle antiche civiltà che fiorirono tra il Mar Caspio e il Mar Mediterraneo.

I primi uomini che, contemplando il cielo, cercarono in esso risposte ai loro bisogni, furono senz'altro i sacerdoti delle varie religioni, e una volta acquisite queste conoscenze esercitarono la **divinazione** per i re e per i potenti.

Secondo i **Sumeri**, forse la cultura più antica alla quale ci possiamo rifare, osservare le costellazioni significava poter conoscere la

volontà degli dei; poiché tutto era emanazione della loro volontà, i sacerdoti si dedicarono con impegno all'interpretazione dei moti celesti. I loro dei più importanti correvano lungo l'eclittica assieme al Sole e alla Luna.

Più tardi i **Babilonesi** subirono l'influenza sumerica e i cinque pianeti allora conosciuti divennero i loro dei:

**Nabù** Il dio della sapienza;

**Ishtar** la dea dell'amore;

**Nergal** il dio della guerra;

**Marduk** il sovrano di tutti gli dei;

**Ninurta** il più potente, sostituto notturno del Sole.

**I Greci** copiarono pari pari gli dei babilonesi dando loro i nomi di **Ermes, Afrodite, Ares, Zeus**, e il padre di questi **Cronos**.

**I Romani** non furono da meno dei Greci e si limitarono a cambiarne i nomi in **Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno**.

Per le antiche Civiltà, come detto prima, queste stelle erranti erano dei che disponevano di tutte le cose, dirigevano la vita di tutto il Cosmo ed erano gli artefici del grande gioco che si svolgeva da tempo infinito. I "pianeti dei" percorrevano la fascia zodiacale popolata da figure animali - da qui il nome zodiaco - dando la possibilità alla fantasia degli uomini di creare quelle storie mitologiche dalle quali è poi nata l'astrologia.

**L'astrologia** iniziò in Mesopotamia non prima del ottavo secolo a.c., prima di allora era solo divinazione. Secondo le tavolette in scrittura cuneiforme trovate nei siti archeologici, i sacerdoti studiavano il sorgere e il tramontare del Sole, della Luna e dei pianeti e a seconda del colore e dell'intensità della loro luce ne traevano gli auspici. Da queste osservazioni facevano predizioni su epidemie, guerre, raccolti, nascite e morti di re.

Questo sapere era riservato solo ad iniziati i quali erano i depositari di questo enorme potere.

Un esempio di una divinazione ci viene da una tavoletta che dice testualmente:

*"Se il 1° di Nissan il Sole al primo sorgere è rosso come una fiaccola, nuvole bianche ne salgono e soffia vento da est, il 25 o il 29 del mese si avrà uno oscuramento, nello*

*stesso mese il re morirà e suo figlio salirà al trono".*

Dopo l'ottavo secolo fu introdotto lo zodiaco e con esso si sviluppò l'astrologia. La tradizione **greco/romana**, erede di quella **babilonese** e in parte di quella **egizia**, ci ha tramandato credenze e mitologie che sono le basi dell'astrologia, la quale, con un'evoluzione durata millenni ha dato poi vita all'astronomia che conosciamo.

Rifiutare l'astrologia come scienza credo sia prova di razionalità, ma bisogna riconoscere che in ogni epoca ad essa si sono ispirati intelletti di valore e ne troviamo riferimenti in opere letterarie importanti (uno degli esempi più eclatanti è la Divina Commedia).

Conoscere la nostra tradizione astromitologica vuol dire dare un significato alla nostra cultura. C'è chi ha detto *"Perdere questa sacra memoria vorrebbe dire ridurre tutto a un insieme di fenomeni quantificabili e misurabili"*.

Naturalmente tutti gli oggetti che vediamo in cielo possono essere descritti scientificamente, misurati e quantificati, ma sono anche i simboli che per centinaia di generazioni hanno significato miti, religioni, cultura. Ogni segno zodiacale aveva un suo simbolismo astrologico il cui significato va ricercato nel segno stesso.

Prendiamo ad esempio l'**Ariete**: questo simbolo astrale era importantissimo perché dal 2220 a.C. al 60 d.C. in esso avveniva l'equinozio di primavera (detto anche "Punto d'Ariete" o "Punto Gamma"). Con esso iniziava la primavera, la promessa della nascita di nuove forze, la rinascita della

vegetazione sotto la spinta della forza cosmica.

L'Ariete rappresentava quindi la forza rigeneratrice che trasformava la stasi invernale in esplosione di

vita. Per la stessa ragione i Romani iniziavano le campagne militari sotto questo segno, perché ad esso appartenevano i forti, i coraggiosi, i guerrieri.



Giulio Romano, particolare della *Sala dello Zodiaco*, Palazzo Tè, Mantova.

Le previsioni del futuro potevano essere modificate e corrette dall'influenza del pianeta che in quel momento transitava nella costellazione, dalle fasi lunari, dai cicli solari. Anche le pietre che venivano associate erano legate a queste simbologie; l'Ariete veniva associato con il rosso rubino, identificato con Marte, con il sangue, con la forza e con il coraggio.

A partire da Talete da Mileto, il primo filosofo greco di cui abbiamo notizia, molti studiosi si recarono in Mesopotamia per apprendere il sapere di quel grande popolo; si deve a queste grandi menti che si dedicarono allo studio del cielo la nascita dell'astronomia.

Fra i tanti si possono citare:

**Talete di Mileto** (624/546 a.C.) forse fu il primo vero astronomo. Egli studiò per molti anni in Mesopotamia, tornato in Grecia i suoi studi lo portarono a predire per

la prima volta con precisione una eclisse di Sole.

**Eudosso di Cnido** (406/355 a.C.) costruì il primo osservatorio astronomico di cui si ha notizia.

**Arato** (315/245 a.C.) dette il nome a molte costellazioni e a 6 stelle: Arturo, Capella, Sirio, Procione, Spiga e Vendemmiatrice nella Vergine (al suo sorgere iliaco, in Agosto, si iniziava la vendemmia).

**Aristarco di Samo** nel III secolo espose la sua teoria eliocentrica, ma l'astronomo venne accusato dai sacerdoti di delitto contro la religione, così dovemmo aspettare fino al 1600 per abbandonare la teoria geocentrica.

**Eratostene di Cirene** (273/192 a.c.) venne chiamato dal faraone d'Egitto Tolomeo III a dirigere la grande biblioteca di Alessandria, misurò la circonferenza della Terra in circa 47mila km (sappiamo che è circa 40mila km); inoltre inventò

l'astrolabio il quale molti secoli dopo fu perfezionato da un astronomo arabo.

**Ipparco di Nicea** (190/127 a.c.) inventò la diottra, strumento che adoperò per determinare la posizione degli astri. Dete la longitudine e latitudine di ben 1087 stelle e le suddivise per la prima volta per luminosità (6 magnitudini). Confrontò le sue misure con quelle fatte da Timocharis 150 anni prima e misurò lo spostamento dei punti equinoziali, scoprendo così che la precessione degli equinozi riguardava solo la longitudine e fu lui a dargli questo nome. Anche se altri prima di lui conoscevano empiricamente il fenomeno, egli fu il primo che lo studiò osservando il sole ritornare al punto vernale prima di aver compiuto una rivoluzione completa lungo l'eclittica così che il ritorno del Sole all'equinozio di primavera precede il suo ritorno alla stessa posizione sulla sfera celeste. L'astronomia greca raggiunse il suo culmine nel II secolo con **Tolomeo** (100/170 d.C.) il quale nel 150

presentò la sua opera più magistrale dal titolo "*Sistema Matematico*", giunto fino a noi grazie alla traduzione araba con il titolo di "*Al Magistri*" (*Il grandissimo*). Da allora tutti gli uomini di cultura di qualsiasi nazionalità presero quest'opera di Tolomeo come base per i loro studi e le loro ricerche.

Con l'avvento del cristianesimo l'astrologia fu messa fuori legge e molti studiosi per sfuggire alla repressione che si sommava alle pericolose incursioni dei barbari, migrarono in Persia.

Nella città di **Gonde-shapur** nacque un centro culturale che dette vita ad una grande scuola astronomica. I persiani ne capirono l'importanza incoraggiando le ricerche e le traduzioni degli antichi testi greci e questo portò gli arabi a raggiungere nelle scienze astronomiche livelli altissimi.

Con gli arabi nasce la vera astronomia, e molti studi fatti dai loro scienziati sono ancora validi e destano la nostra ammirazione.

---

## Come affrontare l'inquinamento luminoso

### Risparmiare energia senza oscurare le stelle

Su opportuna segnalazione dell'amico, socio e consigliere Paolo Espen, riportiamo volentieri questo interessante articolo dell'illustre astronomo **Paolo Maffei** sull'importanza della lotta all'inquinamento luminoso, apparso sul Corriere della Sera del 9 dicembre 2001.

A causa dell'inquinamento luminoso 7 italiani su 10 vivono in un perenne plenilunio artificiale secondo il rapporto appena completato da Pierantonio Cinzano e Fabio Falchi dell'Università di Padova e da Christopher Elvidge del National Geophysical Data Center americano. Sull'argomento grande scalpore ha suscitato in

diversi ambienti (amanti del cielo, ambientalisti, esperti di problematiche energetiche e di illuminotecnica, ecc.) un articolo pubblicato dal professor Antonino Zichichi su "Famiglia Cristiana". Le immediate reazioni sono state di sgomento e indignazione. Sgomento per la leggerezza e mancanza di conoscenza con cui

sono stati trattati tutti i problemi implicati. Indignazione nel leggere come l'articolo presentava l'inquinamento luminoso a un vastissimo pubblico che non lo conosceva, mentre tanti esperti, Enti e Stati si dedicano a combatterlo. In Italia sono già in vigore sette leggi regionali. E l'argomento è stato presentato proprio giocando sulla parola "inquinamento" che non significa solo, come è stato scritto, avvelenare l'acqua o l'aria con sostanze nocive, onde acustiche o fumi ma, più in generale, anche: contaminazione, peggioramento, deterioramento. Basta consultare un vocabolario. Nei più moderni è specificato e spiegato anche: "Inquinamento luminoso".

In realtà tutti vedono che il cielo notturno sopra alle città e nei loro dintorni è deteriorato, spesso notevolmente. Da un monitoraggio effettuato nell'ambito del ministero della Pubblica Istruzione è risultato che dalle più importanti città italiane e da gran parte del territorio nazionale si riescono a vedere le stelle fino alle magnitudini 3-3,5, cioè circa 160 stelle. In pratica chi abita in quelle zone perde la visione del 90 per cento del cielo stellato. Nel titolo dell'articolo in questione si afferma: "La luce è vita e progresso". È certamente vita, ma soprattutto se si alterna al buio. Il ciclo giorno-notte è essenziale alla vita dell'uomo coincidendo tra l'altro con quello attività-riposo. Qualsiasi alterazione di questo ciclo attraverso le luci artificiali nuoce alla salute in proporzione alla sua entità. Chi deve lavorare nelle ore notturne conosce bene i disturbi dovuti all'alterazione dei ritmi circadiani. Inoltre la luce artificiale può provocare danni occasionali come quelli da abbagliamento e, a lunga scadenza, alterazioni della vista, come l'aumento della miopia nei bambini. La luce è vita. Ma per alcune specie di uccelli migratori si tratta anche delle luci delle stelle con le quali si orientano. Le luci artificiali dirette verso l'alto li tradiscono e li uccidono. Si potrebbe scrivere un libro sulle alterazioni che subiscono la fauna e la flora delle città in cui la luce artificiale domina su zone estese e per tutta la notte. Pensiamo solo alla funzione clorofilliana. E se le piante non possono reagire, basti ricordare gli orsi di un parco pubblico degli Stati Uniti illuminato a giorno, che hanno distrutto i lampioni che disturbavano il loro riposo notturno.

Quanto al progresso, se anche in passato fosse stato precluso il 90 per cento del cielo notturno saremmo rimasti veramente all'età della pietra come si ironizza nell'articolo, che difende l'illuminazione artificiale. Sarebbe troppo lungo ricordare quanto l'Astronomia abbia contribuito al progresso dell'uomo in tutti i campi. Non per niente ebbe una musa e fu chiamata "regina delle scienze". Oggi, invece, a causa delle luci artificiali, gli astronomi sono costretti a trasferire i loro telescopi in luoghi remoti.

Ciò non significa che le città debbano ripiombare nell'oscurità come nei secoli passati. Devono essere illuminate molto meglio inviando la luce artificiale solo dove serve, in particolare verso il suolo, eliminando la luce diffusa e quella rivolta al cielo. L'eliminazione di queste luci inutili diminuirebbe anche l'inquinamento per produrle. Devono essere soppresse le sorgenti abbaglianti e, al tempo stesso, essere illuminate le zone d'ombra, entrambe fonti di pericolo sotto molti aspetti: dalla criminalità alla circolazione stradale. Tali provvedimenti non solo sono poco costosi per adeguare gli impianti esistenti e non cambiano i costi di quelli nuovi, ma permettono di ottenere una riduzione del consumo fino al 30-40 per cento. Basti citare la città di Frosinone dove sono in stato di avanzata applicazione le norme legislative contro l'inquinamento luminoso della Regione Lazio. La messa a norma del 60 per cento dei lampioni stradali e la quasi completa eliminazione delle sfere a diffusione libera, ha già ridotto il consumo di energia del 30 per cento. Dall'alto la città appare più buia di altre minori, ma le strade sono illuminate meglio: non sono aumentati né i reati né gli incidenti stradali e l'amministrazione comunale è stata addirittura ringraziata da utenti della strada abituali, come gli autisti del Co.Tra.L, per il notevole miglioramento della visibilità a terra e la facilitazione dell'osservazione notturna.

Se saranno arginate e ridotte quelle macchie luminose che i satelliti artificiali mostrano oggi in continua espansione sulla superficie terrestre, vorrà dire che non solo si sarà compiuta un'utile operazione economica e sarà stata razionalizzata la grande applicazione tecnologica della luce artificiale non facendone più un arrogante uso indiscriminato, ma sarà stato restituito all'umanità un bene che da sempre gli era appartenuto.

**Paolo Maffei**

# *Fenomeni del primo trimestre 2002*

## **Gennaio 2002**

### *Fasi lunari*

*Ultimo Quarto il giorno 6 ore 3:55*

*Luna Nuova il giorno 13 ore 13:29*

*Primo Quarto il giorno 21 ore 17:46*

*Luna Piena il giorno 28 ore 22:50*

- 01 Giove in opposizione
- 02 Luna al perigeo ore 07:14 TU (dist. 365406 km)
- 03 Terra al perielio (0.983 UA dal Sole)
- 03 Massimo dello sciame meteorico delle Quadrantidi
- 08 60° compleanno di Stephen Hawking (1942)
- 12 Mercurio alla massima elongazione orientale (sera, 19 gradi)
- 14 Venere in congiunzione superiore

- 17 La sonda Galileo compie il suo 33° sorvolo del satellite Io
- 17 Lancio del satellite Coriolis con un missile Titan 2
- 18 Luna all'apogeo ore 08:51 TU (dist. 405505 km)
- 24 La Luna occulta Saturno
- 24 La Luna occulta Giove
- 27 Mercurio in congiunzione inferiore
- 30 Luna al perigeo ore 09:03 TU (dist. 359996 km)

## **Febbraio 2002**

### *Fasi lunari*

*Ultimo Quarto il giorno 4 ore 13:33*

*Luna Nuova il giorno 12 ore 7:41*

*Primo Quarto il giorno 20 ore 12:02*

*Luna Piena il giorno 27 ore 9:17*

- 07 Venere a 0.7 gradi da Urano
- 12 Capodanno cinese
- 12 La Luna a 3.3 gradi da Venere
- 13 Urano in congiunzione con il Sole
- 14 Luna all'apogeo ore 22:23 TU (dist. 406363 km)
- 17 la Luna a 5 gradi da Marte

- 21 La Luna occulta Saturno
- 21 Mercurio alla massima elongazione occidentale (mattino, 27 gradi)
- 23 La Luna occulta Giove
- 27 Luna al perigeo ore 19:48 TU (dist. 356897 km)

## **Marzo 2002**

### *Fasi lunari*

*Ultimo Quarto il giorno 4 ore 1:25*

*Luna Nuova il giorno 12 ore 2:03*

*Primo Quarto il giorno 20 ore 2:28*

*Luna Piena il giorno 27 ore 18:25*

- 05-07 Conferenza internazionale sull'inquinamento luminoso, La Serena, Cile
- 14 Luna all'apogeo ore 01:10 TU (dist. 406707 km)
- 20 Equinozio di primavera, 19:16 TU
- 20 La Luna occulta Saturno

- 21 Lancio dello shuttle Atlantis, missione STS-110, assemblaggio della Stazione Spaziale
- 28 Luna al perigeo ore 07:43 TU (dist. 357010 km)

# Il Vuoto che creò l'Universo

Paolo Alessandrini

... la verità non più riflessa, la verità sopra tutte le verità,  
l'origine senza forma di tutte le origini: il Nulla, che pure è il tutto.

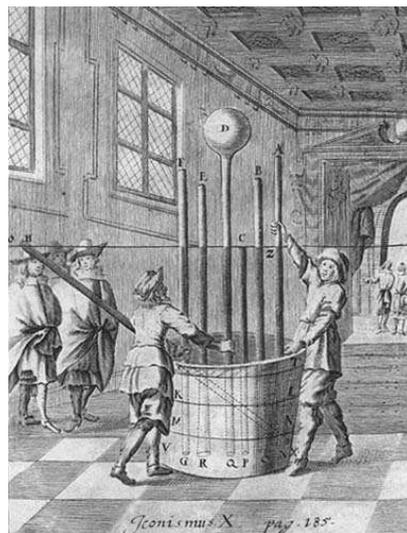
(Eugen Herrigel, *Lo Zen e il tiro con l'arco*)

Immaginate di creare il vuoto in una certa porzione di spazio, ad esempio all'interno di un tubo. Con la tecnologia attualmente disponibile, siamo in grado di creare soltanto un vuoto imperfetto, caratterizzato da una pressione estremamente bassa, ma non nulla.

Il primo uomo che riuscì a creare uno stato molto simile al vuoto, sfatando così la credenza secondo la quale la natura aborre il vuoto, fu Evangelista Torricelli. Nel 1644 il celebre fisico riuscì infatti a creare il vuoto in un tubo di vetro, nel corso del celebre esperimento del barometro a mercurio. Anche il vuoto di Torricelli, tuttavia, non era certo un vuoto perfetto, perché nella porzione vuota del barometro rimase inevitabilmente una certa quantità di vapore di mercurio. Già dieci anni dopo l'esperimento del barometro vennero costruite le prime pompe da vuoto, grazie alle quali si riuscì a creare livelli di vuoto sempre più spinti.

Oggi, i livelli più spinti di vuoto che si possono creare, utilizzando tecniche industriali molto sofisticate, sono caratterizzati da una pressione inferiore a  $10^{-15}$  mmHg e vengono impiegati negli acceleratori di particelle. Questi vuoti, tuttavia, sono di gran lunga "meno vuoti" del vuoto interstellare, in cui la pressione in gioco è molto più bassa e la quantità di materia è dell'ordine di un atomo per  $\text{cm}^3$ .

Supponiamo però di disporre di una nuova tecnologia rivoluzionaria grazie alla quale è finalmente possibile creare il vuoto assoluto. Siamo davvero certi che in questo spazio vuoto non ci sia davvero alcuna particella? Ebbene, la risposta, per quanto sorprendente possa sembrare, è: no.



## Esperimento di tipo torricelliano

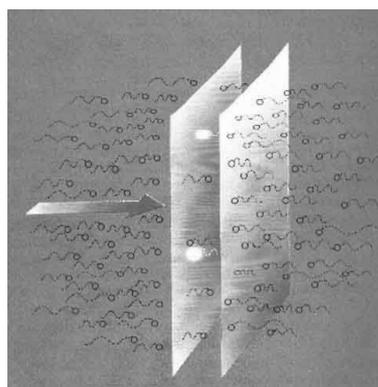
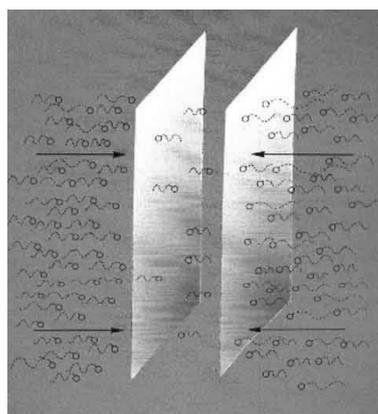
Gaspar Schott, *Technica curiosa, sive, Mirabilia artis*, Würzburg 1664

Anche nel vuoto più assoluto che possiamo concepire, esistono alcune particelle, dette *particelle virtuali*, che appaiono spontaneamente dal nulla per poi sparire in tempi brevissimi. Questo fenomeno è previsto dalla teoria quantistica e comporta una revisione del principio di conservazione dell'energia e della massa: tale principio rimane valido ma su scale di tempo macroscopiche, mentre su scale di tempo molto piccole, dell'ordine del tempo di Planck ( $10^{-43}$  s), la massa e l'energia possono crearsi e distruggersi spontaneamente. Tutto ciò è una conseguenza del principio di indeterminazione di Heisenberg, secondo il quale una certa quantità di energia può essere "presa a prestito" da una particella virtuale per un tempo inversamente proporzionale alla quantità dell'energia stessa.

Il vuoto assoluto, dunque, viene descritto dalla teoria dei quanti non come uno spazio inerte, ma piuttosto come un oceano colmo di effimere particelle virtuali che emergono, interagiscono e svaniscono nell'arco di periodi infinitesimi. Le particelle virtuali sarebbero perfettamente identiche a quelle reali – esistono fotoni virtuali, elettroni virtuali, e così' via – se non fosse per la loro natura temporanea. Ma se ad una particella virtuale viene fornita una quantità di energia sufficiente a compensare il prestito di Heisenberg, essa può diventare reale, fenomeno questo che avviene spesso all'interno degli acceleratori di particelle. L'energia necessaria a materializzare le particelle virtuali può essere fornita anche da un forte campo gravitazionale: è ciò che, secondo Stephen Hawking, avviene in prossimità dei buchi neri ed è alla base del fenomeno noto come evaporazione dei buchi neri. A causa della loro esistenza così effimera, le particelle virtuali non possono essere "viste", e tuttavia la loro presenza è responsabile di diversi fenomeni come una piccola variazione dei livelli energetici e del momento magnetico degli atomi. Fatto ancora più rilevante, secondo la teoria quantistica le particelle virtuali sono le portatrici delle forze: ad esempio, la forza elettromagnetica sarebbe "trasportata" dai fotoni virtuali.

Un altro esperimento che ha provato l'attività incessante del vuoto è stato compiuto dal fisico olandese Hendrik Casimir. Se si pongono due lastre metalliche a breve distanza l'una di fronte all'altra, si osserva che le lastre tendono ad avvicinarsi reciprocamente. Casimir spiegò il fenomeno utilizzando un'analogia con le vibrazioni di una corda di chitarra: se un musicista fa vibrare una corda fissata a due estremi, essa produrrà soltanto certe frequenze fisse, che sono la frequenza della nota musicale desiderata e tutte le sue armoniche di ordine superiore. Analogamente, le lastre di Casimir riflettono avanti e indietro la luce presente nello spazio intermedio, ma soltanto alcune frequenze sono "permesse"; pensando la luce in termini di fotoni, è come se alcuni di essi

venissero esclusi nello spazio tra le lastre, con la conseguenza che ci saranno più fotoni fuori di questo spazio che fra le lastre. Ecco quindi che i fotoni esterni in eccesso spingeranno le lastre l'una contro l'altra. Il fatto rilevante è che Casimir scoprì che il fenomeno avviene anche se si effettua l'esperimento in un contenitore dove si sia fatto il vuoto, dimostrando così l'esistenza di fotoni virtuali.



### L'esperimento di Casimir

Secondo la teoria quantistica, il vuoto può trovarsi a diversi livelli energetici: in particolare, se il livello è alto, si parla di "vuoto eccitato", o anche "falso vuoto" o "stato simile al vuoto". In queste condizioni, il vuoto ribolle, come al solito, di particelle virtuali, ma è fortemente instabile, e tende a decadere in brevissimo tempo rilasciando la sua energia in eccesso e producendo particelle reali. Secondo le recenti teorie unificate della fisica, il vuoto eccitato possiede una energia immensa, pari a circa  $10^{87}$  joules per centimetro cubo di spazio! Quantità così eccezionali di energia sono incompatibili con lo stato attuale del nostro universo, ma

potrebbero essere presenti nell'Universo primordiale, caratterizzato da temperature e densità elevatissime.

Ora, secondo la teoria della relatività generale, la forza di gravità è dovuta non solo alla massa, cioè all'energia, come insegna la fisica classica, ma anche alla pressione. Generalmente l'effetto gravitazionale della pressione è trascurabile rispetto a quello della massa, ma per il vuoto eccitato non è così: esso possiede infatti una enorme pressione, il cui contributo alla gravità è persino superiore a quello dovuto alla massa. Per di più, la pressione del vuoto eccitato ha una proprietà molto esotica, quella di essere *negativa*, e quindi di contribuire in modo negativo alla forza gravitazionale. L'effetto risultante è quello di una sorta di *antigravità*, che riesce a prevalere sulla pur enorme attrazione gravitazionale dovuta all'energia, e che tende a far dilatare il vuoto eccitato.

Nel 1981 il fisico americano Alan Guth suggerì che l'Universo emerse dal Big Bang in uno stato di vuoto eccitato, e l'immenso effetto antigravitazionale della pressione negativa del vuoto eccitato lo fece espandere in modo dirompente, dando origine al fenomeno che i fisici chiamano *inflazione*. Secondo questo scenario, la fase inflattiva ebbe inizio al tempo cosmico  $10^{-35}$  secondi, e durò fino al tempo  $10^{-32}$  secondi: durante questo periodo incredibilmente breve, il raggio dell'universo aumentò di un miliardo di miliardi di miliardi di volte, passando da  $10^{-28}$  metri a 10 centimetri.

Questi numeri danno l'idea di quanto travolgente possa essere stata la repulsione prodotta dalla pressione del vuoto eccitato; vale la pena sottolineare che, durante la fase inflattiva, la velocità di espansione era addirittura crescente, cioè il raggio dell'universo aumentava in modo esponenziale.

Abbiamo detto che il falso vuoto è fortemente instabile, e tende a decadere rapidamente nello stato fondamentale di "vero vuoto" rilasciando la sua energia in eccesso. Questo è proprio ciò che avvenne, secondo lo

scenario inflazionario, al tempo cosmico  $10^{-32}$  secondi. Parte dell'energia rilasciata si trasformò in calore, e parte contribuì a materializzare le particelle virtuali del falso vuoto: venne così a crearsi un'Universo pieno di particelle e antiparticelle, e caratterizzato da una temperatura incredibilmente alta. In quell'istante anche la forza esplosiva dell'antigravità si esaurì, ma l'espansione proseguì per inerzia, rallentando progressivamente per opera della gravità. La fine del periodo inflattivo coincide anche con la separazione tra la forza elettrodebole e la forza nucleare forte, ma i fisici sono convinti che questo evento non avvenne in modo uniforme in tutto l'universo, ma piuttosto attraverso un meccanismo chiamato "nucleazione". In altre parole, all'interno di un Universo ancora in fase inflattiva, comparvero casualmente delle "bolle" in cui l'inflazione era già terminata, e gradualmente queste bolle crebbero fino a fondersi tra loro e riempire infine tutto lo spazio.

La modalità in cui le "bolle" del nuovo Universo post-inflazionario dovettero fondersi fra loro ha rappresentato la principale difficoltà teorica del modello di Guth, ma nonostante questo scoglio teorico, per risolvere il quale sono state proposte diverse soluzioni, lo scenario inflazionario sembra oggi una buona spiegazione dei fatti che sono avvenuti nei primi istanti di esistenza del nostro Universo. Nel prossimo numero del "CAV Notiziario" cercheremo di spiegare perché l'idea di una fase di rapidissima espansione nell'Universo primordiale risolve molti problemi teorici rimasti irrisolti dal modello standard del Big Bang, e come le prove sperimentali raccolte nell'ultimo decennio sembrino dimostrare la validità di questo scenario.

Ciò che colpisce maggiormente in questa teoria è il fatto che la comparsa della materia (e dell'antimateria) viene ricondotta ad una fluttuazione quantistica di uno stato simile al vuoto: come ebbe a dire Alan Guth, pare proprio che l'universo sia stato "il primo e l'ultimo pranzo gratis che ci sia stato servito".

# APPUNTAMENTI DEL CIRCOLO

## Corso "Avvicinarsi all'Astronomia 2002"

Il Circolo Astrofili Veronesi organizza, col patrocinio dell'Unione Astrofili Italiani, un corso di teoria e pratica astronomica intitolato "Avvicinarsi all'Astronomia".

Per partecipare al corso è necessario associarsi al C.A.V. per l'anno 2002 (quota 26,00 euro).

Per ulteriori informazioni sul corso rivolgersi alla segreteria del C.A.V. (tel. 045 8730442), al responsabile del corso (cell. 348 7647032), all'Ufficio dell'Area Educativo Culturale

della Circoscrizione 2 – Via Villa, 25 – tel. 045 8342894, oppure consultare il sito web del C.A.V. all'indirizzo <http://www.rcvr.org/assoc/astro>.

Di seguito è riportato il calendario degli incontri, che si terranno presso il "Centro di Incontro" della Circoscrizione 2, Piazza Vittoria 10 a Parona (Verona).

In caso di maltempo, l'uscita osservativa pratica del 19 febbraio sarà recuperata venerdì 22 febbraio.

<b>Martedì 22 gennaio: GEOGRAFIA ASTRONOMICA.</b>
<b>Martedì 29 gennaio: IL SISTEMA SOLARE (prima parte).</b>
<b>Martedì 5 febbraio: IL SISTEMA SOLARE (seconda parte).</b>
<b>Martedì 12 febbraio: STRUMENTI E METODI PER L'OSSERVAZIONE.</b>
<b>Martedì 19 febbraio: USCITA PRATICA OSSERVATIVA.</b>
<b>Martedì 26 febbraio: EVOLUZIONE STELLARE.</b>
<b>Martedì 5 marzo: LA VIA LATTEA E LE GALASSIE.</b>
<b>Martedì 12 marzo: COSMOLOGIA.</b>

## Serate interne per il periodo Gennaio-Giugno 2002

Salvo diversa indicazione, gli incontri si tengono, con ingresso libero, presso la sede del Circolo al "Centro d'Incontro della Circoscrizione II", Piazza Vittoria 10, Parona (VR), il venerdì, alle ore 21:15.

Date ed argomenti possono subire variazioni. La data sottolineata indica che la serata si svolgerà nella sala civica al piano terra del "Centro di Incontro".

Per le serate di uscita pratica, il punto di riunione è presso la sede del Circolo alle

20:20, con partenza alle 20:40 (la sede resterà ugualmente aperta). Ove non diversamente indicato, la località di uscita verrà comunicata in sede il venerdì precedente, in relazione alle previsioni meteo.

Per informazioni dell'ultimo momento, rivolgersi al coordinatore indicato.

Per le serate libere, non vi è attività programmata a priori; sono possibili proiezioni di diapositive o videocassette.

11 gennaio		Serata libera
18 gennaio		<b>ASSEMBLEA SOCIALE.</b> Prima convocazione ore 14. Seconda convocazione ore 21.
sabato 19 gennaio		<b>SERATA OSSERVATIVA IN PIAZZA S. ZENO</b> (ore 18-23)
25 gennaio	☆	“Utilizzo di almanacchi e carte stellari” (relatore Giuseppe Coghi)
1° febbraio		“Il Cielo della stagione: la Primavera” (relatore Sergio Moltomoli)
8 febbraio		Serata libera
15 febbraio		“Astronomia: domande e risposte”
martedì 19 febbraio		<b>Uscita di osservazione abbinata al Corso di Astronomia 2002.</b> Coordinatore Paolo Espen (cell. 348 7647032 dopo le ore 17)
22 febbraio		Sede non disponibile. Eventuale recupero uscita di martedì 19.
1° marzo	☆☆☆	“Misura delle distanze in Astronomia” parte 1/3 (relatore A. Gelodi)
8 marzo	☆☆☆	“Misura delle distanze in Astronomia” parte 2/3 (relatore A. Gelodi)
15 marzo		<b>Uscita dedicata all’osservazione di oggetti deep sky.</b> . Ritrovo in sede ore 20.40, coordinatore Gabriele Bonati (cell. 348 2920300)
22 marzo	☆	“Climatologia applicata all’Astronomia” (relatore Angelico Brugnoli)
29 marzo		Serata libera
5 aprile	☆☆	“Misura delle distanze in Astronomia” parte 3/3 (relatore A. Gelodi)
12 aprile		<b>Uscita osservativa.</b> Luogo osservativo: Passo Fittanze. Ritrovo in sede ore 20.40 (coordinatore Mauro Pozzato, cell. 333 3128888 dopo le ore 18)
19 aprile	☆	“Villa Turco” (relatori Flavio Castellani ed altri)
sabato 20 aprile		<b>Visita guidata a Villa Turco (Montorio, Verona)</b>
26 aprile	☆☆	“Tecnologia spaziale: test di accettazione e verifica per sistemi spaziali” (relatore Francesco Rossi)
3 maggio	☆	“Fotografia planetaria” (relatore Stefano Mazzi)
10 maggio		<b>Uscita osservativa.</b> (coordinatore Lorenzo Pirola, cell. 339 4993360)
17 maggio	☆	“Esperienze e soluzioni pratiche nell’impiego dei telescopi amatoriali” (coordinatore della serata Paolo Espen, cell. 348 7647032)
24 maggio		Serata libera
31 maggio		“Il Cielo della stagione: l’Estate” (relatore Gianluca Lucchese)
7 giugno		<b>Uscita osservativa.</b>
14 giugno	☆	“Tecnologia spaziale: controllo termico dei materiali” (relatore Francesco Rossi)
21 giugno	☆☆	“Capire la relatività” (relatore Fernando Marziali)
28 giugno		Serata libera

Le stelline poste a fianco delle serate di conferenza indicano il livello di difficoltà come segue:



Contenuto della conferenza descrittivo; non richiede una preparazione di base.



Difficoltà media; alcuni argomenti possono richiedere una certa preparazione, ma il carattere generale della conferenza può essere accessibile alla gran parte del pubblico.



Conferenza con argomenti che per tipo e/o approfondimento presentano una certa difficoltà.