

MARZO/GIUGNO 2009

ANNO 16

NUMERO 51

il BOLLETTINO

del GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO

IN QVIBVS STELLARVM ET
ERRATICARVM MOTVS, EX
RECENTIBUS OBSERVATIONIBUS, RESTITUIT H
PRÆTEREA TA
bus eosdem motus ad quoduis tempus M
matum studiosus facillime calcu
lare poterit.

ITEM, DE LIBRIS REVOLUTIONVM
Copernici Narratio prima, per M. Georgium
Rheticum ad D. Ioan. Schor

ALL'ALBA DELL'ASTRONOMIA

ARISTARCO DI SAMO

**DE REVOLUTIONIBUS
ORBIUM COELESTIUM**

**LA VITA NEL
SISTEMA SOLARE 2'parte**







in copertina:
De revolutionibus
orbium coelestium

Direttore responsabile:
Davide Nava

Redazione:
Stefano Locatelli
Mauro Nardi
Paolo Nordi
Alessia Presutti
Maria Pia Servidio
Michele Solazzo

Hanno collaborato:
Cristiano Fumagalli
Simonetta Viganò

2009 - Tutti i diritti riservati.
La redazione non è
responsabile delle opinioni
espresse dagli autori.

bollettino_gacb@yahoo.it

Editoriale 3

Astronomica 5

All'alba dell'astronomia 7

**E' la Terra che gira
attorno al Sole?** 11

Niccolò Copernico 13

**E in mezzo a tutto
ci sta il Sole** 19

**La vita nel
Sistema Solare** (2^a parte) 23

Solaris 43

Foto Gallery 45

2009: l'anno internazionale dell'astronomia

Cristiano Fumagalli

Come saprete, l'ONU ha dichiarato il 2009 "Anno Internazionale dell'Astronomia". Fortemente voluto, in primis tra gli altri, dagli astronomi italiani, ricorda che 400 anni fa, nel dicembre 1609, un uomo per la prima volta puntò uno strumento ottico verso il cielo; si trattava del grande astronomo italiano Galileo Galilei e quel particolare strumento altro non era che l'elaborazione astronomica del cannocchiale terrestre: il telescopio. Bastò un semplice gesto, a noi tanto familiare, a cambiare per sempre, non solo l'astronomia, ma anche il modo di "fare scienza". Il primo oggetto che Galileo osservò fu la Luna (che è anche il primo target degli astrofili...) e subito si accorse della presenza di montagne, valli e crateri e che, perciò, non esisteva l'ipotizzata quintessenza. La Luna era invece composta da materiale ordinario, come pure si dimostrò il Sole, confermando che non esistevano gli "astri perfetti". La scoperta delle Lune Medicee intorno a Giove mostrò la presenza di più centri di rotazione nell'Universo e le fasi di Venere diede un contributo importante, forse decisivo, alla teoria copernicana dell'eliocentrismo.

Può sembrare strano ai più, ma tutto quello che ora conosciamo dell'Universo, l'avanzamento tecnologico e scientifico, ha radici proprio da quell'antica data. Fu, infatti, non solo una scoperta astronomica, ma una vera e propria rivoluzione filosofica!

In questo periodo sono in essere numerose iniziative da parte di astronomi ed astrofili per celebrare questo importante evento; come non mai in passato sono organizzate conferenze e serate pubbliche al telescopio e gli osservatori astro-



nomici moltiplicano le loro aperture.

Anche la chiesa cattolica, come noi stessi siamo testimoni diretti, si sta attivando, coinvolgendo le attività estive degli oratori con l'astronomia e l'osservazione al telescopio. Una piccola, grande rivincita per Galileo ed il suo "strumento del diavolo", impensata fino a qualche anno fa!

Contemporaneamente le televisioni, seppur solo quelle satellitari, hanno nei palinsesti numerosi ed interessanti documentari che mostrano l'evoluzione del Cosmo, la storia del nostro Sistema Solare, la corsa all'esplorazione spaziale e così via.

Quale miglior occasione per noi astrofili per divulgare la nostra grande passione? Approfittiamo di questo grande evento internazionale, portiamo i nostri strumenti in piazza e facciamo conferenze con i nostri migliori soci, diamo modo al grande pubblico di conoscere in tutti i suoi aspetti questa affascinante scienza che si chiama "Astronomia". In caso contrario, se fallissimo, daremo spazio per sempre ai ciarlatani dell'astrologia ed ai suoi mentori mediatici, RAI in testa.

Davide Nava

8 marzo: Saturno in opposizione

L' 8 marzo il pianeta Saturno sarà in opposizione, ma l'apparizione di quest'anno sarà particolare in quanto il pianeta si presenterà con gli anelli “di taglio” come nel 1995. Si potranno osservare come in quell'anno i fenomeni mutui dei satelliti di Saturno oltre alla sparizione degli anelli.

Per gli eventi in dettaglio dei satelliti di Saturno si rimanda al sito dell' IMCCE – PHESAT 09 sui fenomeni mutui dei satelliti di Saturno, dove si possono calcolare gli eventi per qualsiasi località introducendo le coordinate geografiche:

http://www.imcce.fr/page.php?nav=en/observateur/campagnes_obs/phesat09/prog_interactif.php

Il 4 settembre la Terra passerà il piano orbitale di Saturno da sud verso nord e in questo momento gli anelli risulteranno invisibili, purtroppo non potremo osservare in diretta questo fenomeno, poiché Saturno sarà in congiunzione con il Sole e quindi non visibile. Nei prossimi anni aumenterà l'inclinazione degli anelli gradualmente fino a raggiungere la massima apertura nel 2016.

Luna “a barchetta”

Si definisce Luna “a barchetta” quel curioso aspetto in cui la Luna al tramonto o all'alba appare sottile e con le cuspidi rivolte verso l'alto alla stessa altezza. Ciò si verifica alle nostre latitudini per l'alta inclinazione dell'eclittica che si raggiunge in primavera o autunno. Si ha la Luna “a barchetta” nelle seguenti date in ora locale:

27/03/09	19:30 (età 1 giorno)	altezza 7°
25/04/09	20:00 (età 1 giorno)	altezza 2°

Le condizioni osservative sono molto difficili ed è necessario l'uso di un binocolo a causa del chiarore del cielo e della bassa altezza della Luna sull'orizzonte.

All'alba dell'astronomia

Mauro Nardi

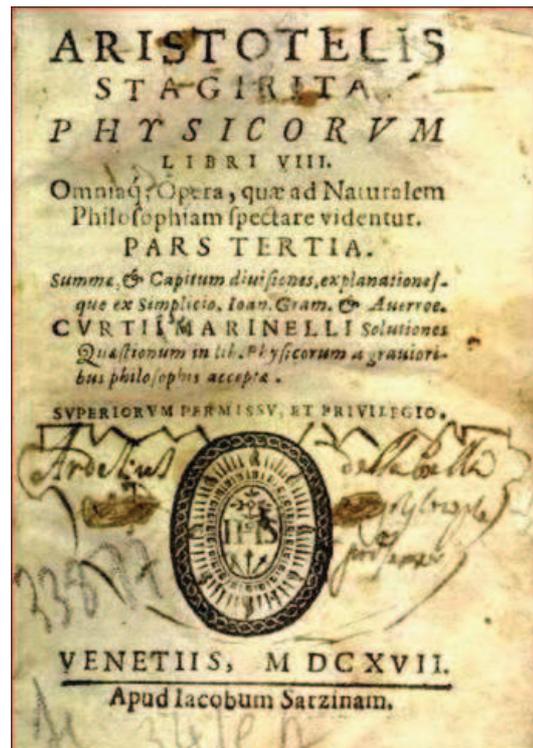
Perché non prendere in considerazione questi studiosi assidui, delle varie scienze dell'epoca in particolar modo per quanto riguarda la scienza astronomica. Addirittura considerarli "eretici", evitando anche il solo accostamento ad astronomi "famosi" come: Tycho Brahe, William Herschel, Galileo Galilei, Charles Messier, Nicolò Copernico, Edwin Hubble, Johannes Kepler ecc..., solo perché la teoria da loro esposta con il passare dei secoli si è rivelata errata? (Sic!)

Quanti gli studiosi, gli scienziati o gli astronomi che hanno proposto teorie, poi rivelatesi sbagliate. Non per questo sono stati messi al bando, o peggio considerati "eretici" ed emarginati dalle rispettive comunità scientifiche.

Anche questi studiosi dell'antichità hanno contribuito con il loro intuito e gli studi, all'evoluzione nei vari campi scientifici, tra cui l'Astronomia.

ARISTOTELE

Già Aristotele (384 a. C. - 322 a. C.) aveva proposto tale teoria, con la Terra al centro dell'universo. Egli credeva che i corpi celesti si muovessero su sfere



Aristotele, Physicorum Libri VIII, edizione del 1617.

(in numero di cinquantacinque, ventidue in più delle trentatré di Callippo). Oltre la Terra, c'erano in ordine, la Luna, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove, Saturno, la sfera delle stelle fisse ed infine il primo mobile, "cioè il motore", della cui natura egli stesso, ebbe difficoltà a darne definizione precisa. Fatale errore!

Che nonostante l'autorevolezza del maestro, durerà per 1800 anni, sino a Nicolò Copernico.

TOLOMEO

Astronomo teorico del geocentrismo grande geografo e matematico dell'antichità ma non solo, anche studioso di ottica e musica; operante ad Alessandria d'Egitto visse tra il 100 e il 178 d. C. ca. Probabilmente nacque in Grecia, secondo alcuni nacque nella città Egiziana di Tolemaide Ermenea secondo altri ad Alessandria. Il suo nome completo "Klaudios Ptolemaios" ci fornisce alcune indicazioni: "Tolomeo" indica che era abitante dell'Egitto, mentre "Claudio" indica che era cittadino Romano.

In base ad antiche fonti si ricava che Egli visse la maggior parte della sua vita al tempio Serapeo di Canopo (Serapeo: nome che viene dato ad ogni tempio o altra struttura dedicata alla divinità sincretica) Serapide, venerata nell'Egitto Ellenico e che univa elementi degli antichi Egizi, Osiride e Api con la cultura tolemaica di Alessandria. Il tempio più famoso dedicato a Serapide fu costruito in Alessandria durante il regno di Tolomeo III, che regnò dal 246 al 222 a. C., nel delta del Nilo presso Alessandria. Qui Tolomeo svolse le sue osservazioni astronomiche tra il 127 e il 141 d. C. esse costituirono la base per lo sviluppo della sua teoria.

Fu autore di due importanti opere scientifiche: “Hè Megalè Syntax” detto Almagesto, grazie alla versione latina di Gerardo da Cremona conosciuta già dal III secolo e la “Gheografikè Ufèghesis” o introduzione alla Geografia.

I suoi studi sono da ritenersi la massima espressione delle conoscenze geografiche del periodo greco-romano

La teoria tolemaica è basata sull'ipotesi geocentrica della Terra collocata al centro dell'universo e intorno ad essa ruota l'intera sfera celeste.

Tale teoria poneva problemi e critiche, da parte degli astronomi dell'antichità a causa del movimento degli altri pianeti (Mercurio, Venere, Marte, Giove, e Saturno) visibili dalla Terra definiti da Tolomeo “Astri erranti”, hanno movimento diverso dalla sfera celeste. Per superare tali critiche Egli introdusse



La sfera dei pianeti secondo l'ipotesi tolemaica

Almagesto è l'importante opera astronomica scritta intorno al 150 d.C. da Tolomeo

un apposito sistema di calcolo delle traiettorie per spiegarne il movimento e nello stesso tempo salvare la validità della teoria tolemaica.

Ulteriore contributo di Tolomeo all'astronomia è la sistemazione della scala delle luminosità delle stelle.



Il planisfero di Tolomeo.

Stelle di prima grandezza. Quelle che appaiono immediatamente dopo il tramonto del Sole.

Stelle di seconda-quinta grandezza. Quelle che appaiono successivamente quando inizia a prevalere l'oscurità.

Stelle di sesta grandezza. Quelle appena percepibili nel pieno della notte con cielo sereno.

È la Terra che gira attorno al Sole?

Alessia Presutti

Aristarco (Samo, circa 310 a. C. - circa 230 a. C.), filosofo e matematico greco che anticipò di quasi due millenni la concezione eliocentrica di Copernico.

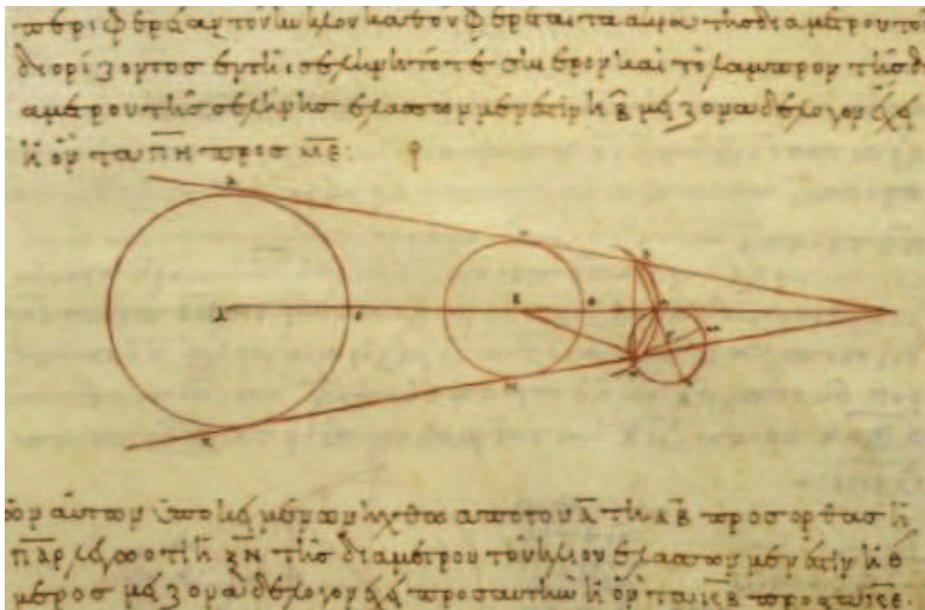
Secondo alcuni brani della sua opera principale, "Sulle dimensioni e distanze del Sole e della Luna", tradotto da F. Commandino a Pesaro nel 1572, l'ipotesi di Aristarco sul sistema solare è la seguente:

le stelle fisse e il Sole sono immobili, la Terra si muove intorno al Sole lungo l'eclittica, ruotando contemporaneamente su se stessa.

Aristarco fu il primo ad effettuare una stima delle distanze della Luna e del Sole dalla Terra, partendo dalla considerazione che, quando la Luna è esattamente all'ultimo quarto, si trova sul vertice dell'angolo retto di un triangolo rettangolo, agli altri vertici del quale sono collocati la Terra e il Sole. I metodi geometrici da lui utilizzati sono teoricamente esatti, ma i valori ottenuti risultano inferiori a quelli reali a causa della limitatezza degli strumenti disponibili a quell'epoca.



Statua di Aristarco di Samo



Copia del X secolo del diagramma di Aristarco di un'eclisse lunare e i suoi calcoli geometrici corrispondenti.

Aristarco spiegò inoltre l'alternarsi delle stagioni con l'inclinazione dell'asse terrestre, la quale non è perfettamente perpendicolare al piano dell'orbita compiuta attorno al Sole. Della sua vita ci sono pervenute poche notizie. E' noto, tuttavia, che egli fu condannato per empietà e come corruttore della gioventù per aver insegnato la teoria eliocentrica. Aristarco può essere considerato il principale protagonista in campo astronomico dell'epoca alessandrina. La sua principale intuizione, l'eliocentrismo, oggetto di numerose critiche, cadde ben presto nel dimenticatoio, fino all'avvento di Copernico. Il resto del suo lavoro ci è stato tramandato dall' "Arenario", scritto da Archimede verso il 216 a.C.

Niccolò Copernico

Simonetta Viganò

“Niccolò Copernico nome italianizzato di Nikolaj Koper-nik, astronomo polacco: 1473 - 1543”.

Sulle targhe delle vie a lui dedicate che vediamo nelle nostre città di solito così si legge. La definizione di astronomo in realtà risulta un po' riduttiva, visto che Copernico non fu mai davvero un astronomo di professione, bensì uomo dal multiforme ingegno, che durante la sua esistenza trovò il tempo di

occuparsi di un sacco di cose. Fu canonico, giurista, governatore, astrologo (caspita!) e pure medico.

Nacque nel 1473 nella città polacca di Torun; presto orfano di entrambi i genitori venne adottato dallo zio materno che in seguito divenne vescovo. L'ambiente di stampo religioso in cui trascorse gli anni dell'infanzia e dell'adolescenza ebbe sicuramente influenza sulla scelta dei suoi studi.

Frequentò dapprima l'Università di Cracovia, dove, sotto la guida del docente Albert Brudzewski, si accostò all'astronomia, scienza che scatenò immediatamente gli entusiasmi del giovane Copernico.

Poco più che ventenne, si recò in Italia, presso l'Università di Bologna ove si dedicò allo studio del diritto, in particolare il di-



Nikolaj Kopernik (ritratto nella Town Hall di Toruń - 1580)

ritto canonico (lo zio vescovo, che sosteneva le sue spese di istruzione, desiderava che anch'egli seguisse la carriera ecclesiastica).

Come sappiamo, il destino di Copernico prese una piega un po' diversa: la sua passione per l'astronomia trovò terreno fertile proprio nella città di Bologna, dove fece la conoscenza di un celebre astronomo, Domenico Maria Novara da Ferrara, del quale divenne ben presto uno dei migliori collaboratori.

In Italia Copernico si trattenne per diversi anni, recandosi anche a Roma, in occasione dell'Anno Santo; nella capitale osservò un'eclissi di luna e tenne alcune lezioni di matematica e astronomia.

Fu proprio durante l'italico soggiorno che venne a conoscenza delle teorie eliocentriche del filosofo greco Aristarco di Samo (III secolo a.c.), uno dei primi ad ipotizzare che la Terra



Ritratto di Copernico in un dipinto di Jan Matejko, fine del XIX secolo.

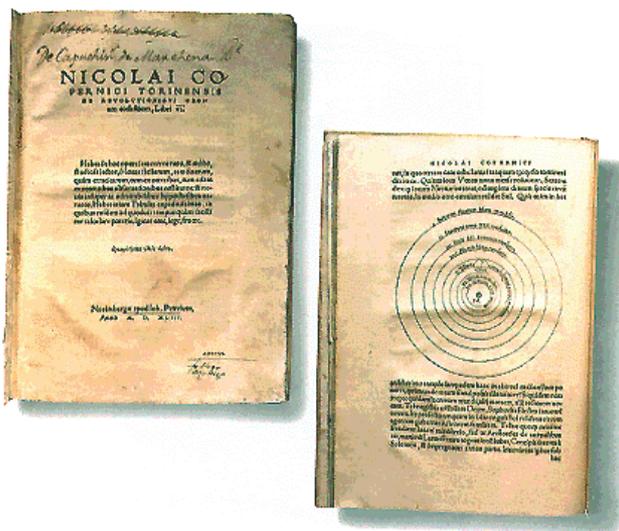
e gli altri pianeti girano attorno al Sole.

Il “Bel Paese” decisamente affascinava il giovane Copernico poiché, dopo un breve rientro in Polonia, vi ritornò per completare gli studi a Padova e Ferrara, dove si laureò in diritto canonico. La lettura degli scritti degli antichi (Platone, Cicerone, oltre al già citato Aristarco) lo portano ben presto a sviluppare le sue intuizioni e le riflessioni per la composizione della sua teoria: all’età di circa quarant’anni cominciò a distribuire agli amici alcune copie del “Commentariolus”, un fascio di manoscritto che introduceva alle sue idee sull’argomento.

Lasciata l’Italia, tornò a Frombork, dove sviluppò alcuni studi di economia politica. Nel 1516, ricevette l’incarico di amministratore delle terre attorno alla città di Olsztyn, e questa fu l’occasione per interessarsi anche di catasto, giustizia e fisco. Nel castello di Olsztyn trascorse molti anni dedicandosi ad alcune importanti osserva-

zioni dei corpi celesti, nonché alla prima stesura di una parte dell’opera principale della sua vita, il “De Revolutionibus orbium coelestium”, nella quale descrive in dettaglio il suo sistema.

In realtà la teoria eliocentrica proposta da Copernico, piuttosto complicata sotto il profilo matematico, non era esente da



La copertina del “De Revolutionibus orbium coelestium” nella sua prima edizione. All’interno lo schema delle orbite dei pianeti attorno al Sole.

difetti ed inesattezze, quali ad esempio l'indicazione di orbite circolari, anziché ellittiche, dei pianeti e degli epicicli; nonostante ciò, all'astronomo polacco spetta il grande merito di aver rimosso la principale ipotesi astronomica tradizionale, vale a dire la centralità della Terra nell'Universo.

Il nucleo centrale della teoria, il Sole al centro delle orbite degli altri pianeti è il punto di partenza di una conversione dottrinale dal sistema geocentrico a quello eliocentrico e contiene gli elementi fondamentali della teoria astronomica del nostri tempi: una corretta definizione dell'ordine dei pianeti, del moto di rivoluzione della Terra attorno al proprio asse, della precessione degli equinozi.

E' importante comunque considerare che Copernico sembra abbastanza cauto nel presentare la sua teoria, così ricca di nuove idee per certi versi destabilizzanti; non volendo incorrere nelle "ire" della Chiesa, accettò di dare alle stampe il "De

L' "ipotesi" copernicana di sistema eliocentrico in una edizione posteriore. Si noti la presenza dei quattro satelliti medicei attorno a Giove.



revolutionibus ...” soltanto in punto di morte, avvenuta nel 1543, e per far maggiormente accettare le sue tesi, lo fece pubblicare da un pastore protestante che aggiunse, mistificando un po' il pensiero di Copernico, un'introduzione (anonima) nella quale veniva sottolineata l'intenzione dell'autore di considerare il suo modello come semplice costruzione matematica non necessariamente corrispondente ad una precisa realtà fisica.

L'opera di Copernico non viene condannata subito dalla Chiesa: il libro infatti, circola abbastanza liberamente in ambienti cattolici e protestanti per ben 50 anni dalla morte del suo autore.

Fu soltanto nel momento in cui Galileo divenne portavoce del copernicanesimo, dandogli un'impronta in chiave fisica e non più soltanto geometrica, che viene emessa l'ecclesiastica condanna, inevitabile, in quanto le dottrine propugnate erano incompatibili con alcune affermazioni contenute nella Bibbia.

Niccolò Copernico fu sepolto in Polonia nella cattedrale di Frombork, ma il luogo della sepoltura rimase un mistero per molti secoli. Nel 2004, alcuni archeologi polacchi iniziarono le ricerche presso la cattedrale, trovando i resti di un uomo di circa 70 anni sotto l'altare principale.

Lo scheletro fu consegnato al



Gli scavi sotto l'altare della cattedrale di Frombork nell'agosto del 2004.

laboratorio di medicina legale della polizia polacca, che riuscì a ricostruire, mediante un'accurata elaborazione al computer, l'immagine di un uomo anziano che aveva una straordinaria somiglianza con i ritratti del giovane Copernico.

Applicando le tecniche di comparazione del DNA prelevato dai resti umani con quello presente in alcune ciocche di capelli di Copernico trovati in alcuni suoi libri, nel 2008 i ricercatori hanno potuto identificare con sicurezza il corpo dell'astronomo.



Ricostruzione forense del volto dell'uomo di età avanzata trovato durante gli scavi, con probabilità attribuito a Copernico.

E in mezzo a tutto ci sta il Sole

Davide Nava

Il “De revolutionibus orbium coelestium” (in italiano Le Rivoluzioni dei corpi celesti) è il celeberrimo trattato astronomico di Niccolò Copernico, pubblicato per la prima volta a Norimberga nel 1543.

In questo testo Copernico descrive il frutto dei suoi studi parlando del movimento degli oggetti del cielo e l'opera si configura quindi come l'esposizione del sistema eliocentrico copernicano. Le innovazioni rispetto al sistema geocentrico tolemaico sono oggettivamente poche, ma erano comunque importanti punti di arrivo.

Il libro è dedicato al Papa Paolo III ed è diviso in 6 libri:

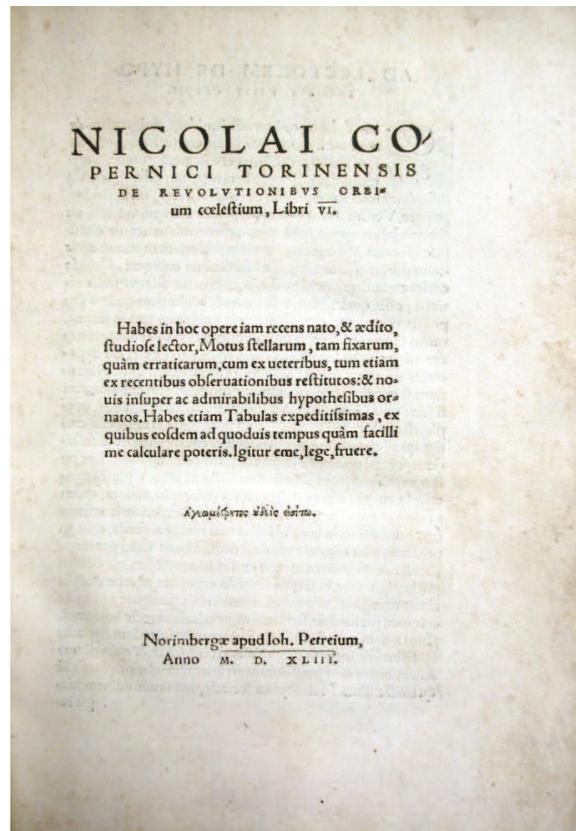
- Il primo libro contiene una visione generale della teoria eliocentrica;
- Il secondo libro è per lo più teoretico e descrive i principi dell'astronomia delle sfere ed una lista di stelle, come basi per gli argomenti sviluppati nelle parti seguenti;
- Il terzo libro è dedicato ai movimenti apparenti del Sole ed ai fenomeni ad essi correlati;
- Il quarto libro contiene una descrizione della Luna e dei suoi movimenti orbitali;
- Il quinto ed il sesto libro contengono la concreta esposizione del nuovo sistema.

Il primo libro è molto più semplice e meno tecnico degli altri cinque, che contengono tavole e formule matematiche molto complicate e poco accessibili ai non professionisti. Questo aspetto, che a prima vista può indurre a pensare che abbia

rallentato la diffusione del copernicanesimo, fu invece un importante fattore che contribuì a "salvare" l'opera e la teoria eliocentrica. Infatti dai profani l'ipotesi della Terra come pianeta fu sempre allontanata e bollata come ridicola e, a partire dal secolo XVII quando la Chiesa cattolica la condannò, come eretica.

Tra gli studiosi invece l'accoglienza fu meno aspra, anche se in pochi vi aderirono nei primi tempi. Nondimeno il *De Revolutionibus* divenne subito un testo fondamentale per gli astronomi

indipendentemente dalla concezione cosmologica di questi. Infatti i suoi calcoli, i suoi dati, i suoi diagrammi furono davvero innovativi e completi tanto che Copernico fu definito come il "secondo Tolomeo" o "l'eminente artefice della nostra epoca". In effetti il *De Revolutionibus* è davvero la prima opera della modernità che possa essere paragonata all'*Almagesto* di Tolomeo per profondità, completezza e coerenza. Copernico, nonostante la portata rivoluzionaria che ebbe quest'opera, era essenzialmente un conservatore e l'unica grande novità rispetto al sistema tolemaico è la concezione della Terra come pianeta. L'universo di Copernico, escluso questo aspetto, chiaramente non secondario, era identico a



Prima edizione del *Revolutionibus*.

quello aristotelico-tolemaico. Si differenziava per le dimensioni - era infatti quasi 30 volte più grande -, ma non eliminava gli epicicli, deferenti, eccentrici che lo avevano spinto a mettere in discussione il sistema geocentrico. Scrive a questo proposito Copernico nella prefazione:

“[Mi pare di] aver raggiunto la consapevolezza che i matematici non hanno idee chiare attorno a questi moti[...], essi non usano né gli stessi principi e ipotesi né le stesse dimostrazioni. Così alcuni usano soltanto cerchi omocentrici, altri eccentrici ed epicicli, e tuttavia con questi mezzi non raggiungono integralmente i loro scopi.[...]. Né furono in grado di scoprire oppure di dedurre da tali mezzi la cosa più importante: vale a dire la forma dell'universo e l'immutabile simmetria delle sue parti.”

Il sistema copernicano completo non era né più semplice né più preciso o accurato del sistema tolemaico, tuttavia ciò che convinceva Copernico della validità del suo nuovo universo è proprio “l'immutabile simmetria delle sue parti”, l'armonia sottesa al mondo che egli individuava nell'applicazione più semplice e ridotta. Questo era probabilmente il fattore d'attrazione più importante della nuova teoria, quando le prove inizialmente a favore erano minori di quelle contro, e molti, tra cui Galileo, non restarono indifferenti a questo fascino.

Importante da questo punto di vista è sicuramente l'influenza che esercitò sull'astronomo polacco il neoplatonismo, che si sviluppava proprio nella seconda metà del secolo XVI. Questa corrente filosofica recuperò l'antica religione solare egizia e attribuiva al Sole grandissima importanza. Scrive Copernico alla fine del Capitolo X del primo libro, giustificando la posizione del Sole nell'universo:

“E in mezzo a tutto sta il Sole. Chi infatti, in tale splendido tempio [l'universo], disporrebbe questa lampada in un altro posto o in un posto migliore, da cui poter illuminare contemporaneamente ogni cosa? Non a sproposito quindi taluni lo chiamano lucerna del mondo, altri mente, altri regolatore. Trismegisto lo definisce il Dio visibile, l'Elettra di Sofocle colui che vede tutte le cose. Così il Sole, sedendo in verità come su un trono regale, governa la famiglia degli astri che gli fa da corona.”



Raffigurazione delle orbite dei pianeti nel sistema copernicano.

Le conclusioni di questo trattato non furono molto prese in considerazione dalla società del tempo ma piuttosto osteggiate. Per aggirare parzialmente l'ostacolo, Andreas Oslander, un teologo luterano premise all'opera una sua personale introduzione anonima dichiarando che il contenuto del lavoro era una pura ipotesi matematica, cosa che comunque andava contro il pensiero di Copernico, ma che forse permise al testo di "sopravvivere".

Questa opera ha continuato ad essere un riferimento per gli eliocentristi e possiamo dire che, in questo senso, è stata una pietra miliare nella storia della scienza moderna.

La vita nel Sistema Solare (2° parte)

Maria Pia Servidio

Condizioni dell'ambiente gioviano e dei suoi satelliti

Esplorazione, l'agonia di Probe: cronaca del suicidio di una navicella

È la missione Galileo che ci ha arricchito di informazioni su questo particolare pianeta, il più grande del sistema solare. Non ci possono essere condizioni favorevoli alla vita, a differenza di alcuni satelliti che invece potrebbero essere più ospitali del corpo centrale. Il 21 settembre del 2003, la Galileo cessò di inviarci segnali, per impattarsi inesorabilmente sulla superficie del gigante gassoso.

Fu la piccola sonda Probe, che nel 1995 penetrò per la prima volta l'interno delle nuvole di Giove, per poterne valutare le caratteristiche e la composizione chimica. Probe è sopravvissuta per circa un'ora penetrando a una profondità di 156 Km, sperimentando le 23 atmosfere dell'ambiente e i suoi 152 °C.

Qui Probe, 12 luglio 1995: Ora inizio la mia agonia, è passata mezz'ora e la temperatura sale a 260°, fondendo il mio paracadute. La velocità aumenta repentinamente. Altri 40 minuti e la T sale a 660°, pressione di 280



La sonda Probe si tuffa all'interno dell'atmosfera di Giove in questa raffigurazione artistica.

atmosfera. L'intelaiatura interna di alluminio è già fusa. Qui Probe, 6 ore dopo. Sono a 1000 Km di profondità. La temperatura è insopportabile, siamo a 1680°, sto per immolarmi al pianeta, la pressione è ora di 2000 atmosfere: il mio involucro esterno di titanio non c'è più, completamente fuso..... ma vi sto inviando ancora dati utili. Sto iniziando a capire cosa è successo alla Shoemaker – Levy...avrò il suo stesso destino. Sono passate 2 ore,..... vi do l'ultimo messaggiomi sto vaporizzando.....ultimo avviso per la nave Galileo.....mi sto fondendo, fra qualche secondo diverrò parte dell'atmosfera del pianeta.

Nel frattempo.....

Qui Galileo, ora sono in orbita da parecchio tempo, sono diventata il primo satellite artificiale di Giove. Da terra ricevo istruzioni, il mio motore principale è rimasto acceso per 49 minuti. Terra Terra!!! Vi do conferma tramite lo shift Doppler dei segnali radio, che ho subito il rallentamento richiesto, secondo previsioni!!!



La sonda madre Galileo è stata operativa dal 1994, studiando per la prima volta il sistema gioviano in dettaglio.

Qualche anno più tardi.....

Qui Galileo, sono in orbita da 5 anni e ho percorso 35 orbite intorno a Giove. Adesso seguirò Probe, come lei mi autodistruggerò. Vi ho trasmesso dati importanti, l'ho conosciuto da molto vicino e da ora sarò per sempre parte del gigante

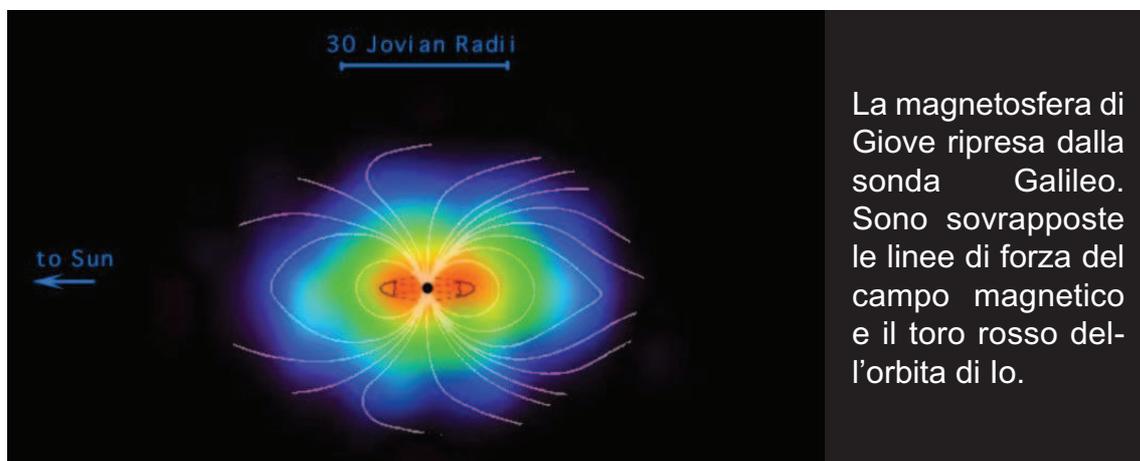
gassoso. Qui Galileo a Pianeta Terra; missione compiuta, mi sto per fondere.

Le missioni sono state di estrema importanza. Ma lo fu anche la cometa Shoemaker –Levy, che si riscaldò per attrito, finendo in vari frammenti, a velocità di 60 Km/s. Furono utili anche le analisi spettroscopiche sui materiali sollevati dai punti di impatto.

Vediamo ora un po' il pianeta in qualche dettaglio. Giove ha una densità di $1,34 \text{ gr/cm}^3$ (contro i 5,5 della Terra).

Tale bassa densità implica per forza un forte componente gassoso, quasi simile a quello solare. Si calcola che su 100 atomi ve ne siano 89 di H_2 , 11 di He, e minoranze di elementi più pesanti, quali azoto, ossigeno e zolfo. Il diametro equatoriale è di ben 143.684 Km. La veloce rotazione causa schiacciamento e ai poli il diametro scende a 133.608 km (contro i 12800 della Terra). Il volume del gigante gassoso è 1300 volte quello terrestre, mentre la sua massa è 318 masse terrestri, enorme ma ancora 100 volte inferiore al Sole. Giove non avrebbe mai potuto essere una stella. Mai avrebbe potuto innescare reazioni termonucleari. Nessuna stella mancata, nemmeno pensare di poter fondere H in He. Dato che la quantità di He presente sul pianeta non è mai cambiata, è interessante studiare il rapporto H/He per risalire alla composizione della nebulosa primordiale.

Giove è inoltre dotato di un intenso campo magnetico, 10 volte più intenso del nostro, inclinato di 11° e disassato di 10000 Km rispetto al centro. Sappiamo che il pianeta compie una rotazione in 9 ore e 56 ". Il campo magnetico intenso implica la presenza di un nucleo caldo e conduttivo, che può apparire in contrasto con la composizione di H e He.



La magnetosfera di Giove ripresa dalla sonda Galileo. Sono sovrapposte le linee di forza del campo magnetico e il toro rosso dell'orbita di Io.

Inoltre, si misura una calore rilasciato dal pianeta che è almeno 4 volte quello che gli proviene dalla stella centrale. Si presume sia calore primordiale ancora in smaltimento, nonché il risultato di una contrazione ancora in atto.

Una cosa curiosa e affascinante è il comportamento dell'idrogeno sul pianeta. L' H_2 , come ogni gas, se sottoposto ad alta pressione, diviene dapprima liquido e poi solido. Ma nel caso di H, in condizioni estreme, come oltre 3 milioni di atmosfere, perde le sue caratteristiche chimico fisiche originarie e si trasforma in un metallo, ...quantomeno ne ha le stesse caratteristiche.

Questo è stato constatato in laboratorio; la conducibilità aumentava (o meglio diminuiva la resistività) con l'aumentare della pressione di impatto. Questo fino a raggiungere la conduttività tipica di un metallo a partire da 1,5 milioni di atmosfere, a temperature di 3000° . Esiste quindi H solido in natura in condizioni estreme, appunto come quelle gioviane.

È interessante ora vedere il processo di metallizzazione. Un metallo è in pratica un reticolo di nuclei immersi in un mare di elettroni. Questi ultimi sono come un fluido che ha la tendenza a scorrere con pochissimo attrito nell'ambiente circostante. Ecco una buona conducibilità elettrica.

In H gassoso le cose, infatti non stanno così. Come in ogni sostanza, l'atomo di H va pensato come un nucleo (qui un protone), circondato da una regione sferica, detta orbitale atomico, dove risiede l'unico elettrone. Se due atomi di H



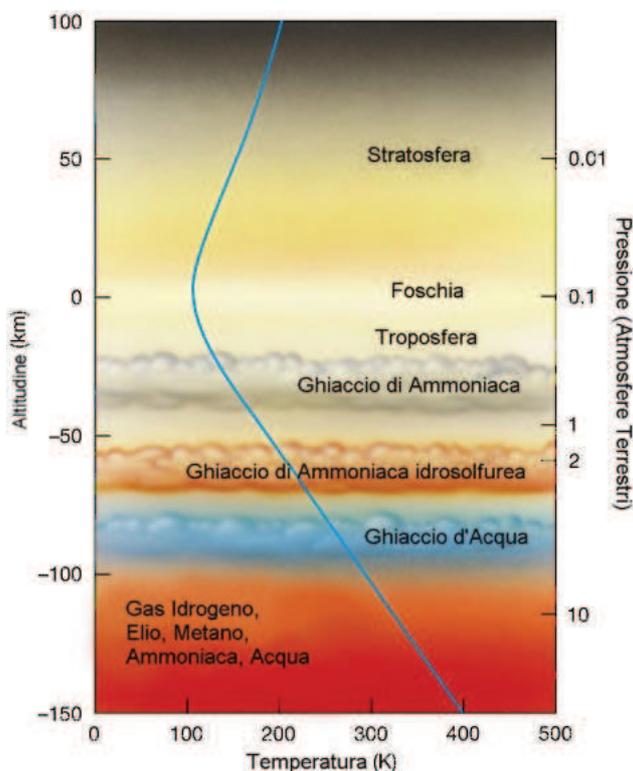
Una particella di Idrogeno metallico galleggia in elio liquido in questo test di laboratorio.

entrano in contatto, si legano, e i singoli orbitali atomici, col loro unico elettrone, si fondono e formano una specie di ellissoide, detto orbitale molecolare, dove i 2 elettroni originari possono liberamente muoversi in ogni direzione. E' infatti la presenza di questa nuvola di elettroni a legare chimicamente i 2 nuclei di H prima distinti. Ecco quindi il passaggio da atomi a molecola. Precisamente, nel caso di H, in condizioni normali, si ha una molecola biatomica. Il livello è saturo.

Ma a condizioni di T e P crescenti non è così. L'alta pressione fa sì che, avvicinandosi di molto le molecole, anche i singoli orbitali molecolari si fondano. A pressione limite si genera quindi un unico gigantesco orbitale entro il quale tutti gli elettroni si muovono in un reticolo di nuclei. L'idrogeno ora si comporta esattamente come un metallo, acquisendo la buona conducibilità elettrica.

Giove ha quindi un nucleo interno conduttivo, giustificando così la presenza del forte campo magnetico.

Il nucleo centrale di Giove si ritiene esteso per 12000 Km, la composizione è di ferro e silicati. Siamo a T di 30000°. Pressione tra 50 e 5 milioni di atmosfere. Segue un guscio spesso



Schema della composizione dell'atmosfera di Giove.

2-3000 Km di elio liquido. Qui siamo a 3 milioni di atmosfere. Si ha poi uno strato di 30 mila Km di idrogeno metallico a 3 milioni di atmosfere e T intorno agli 11 mila°, c'è poi uno strato di H liquido con pressione progressivamente decrescente e T a 2 mila°. I Km restanti formano l'atmosfera interna del pianeta costituita da H e He. La T scende fino a -165° C per poi avere una risalita, dovuta all'assorbimento della radiazione solare da parte di un alone di smog idrocarburo di natura fotochimica.

Abbiamo quindi una zona di inversione termica. La pressione qui è un decimo di quella terrestre.

C'è una troposfera, dove avvengono fenomeni meteorologici. Pressione e temperatura sono basse, qui l'idrogeno può formare composti stabili con l'azoto, - se ne ottiene ammoniaca (NH_3), - con lo zolfo, avremo solfuro di idrogeno (H_2S) e infine acqua, legandosi con l'ossigeno. Vi sono vari strati nuvolosi, ne citiamo uno, dove reagiscono NH_3 e H_2S , dando luogo a NH_4SH (solfidrato ammonico). Nell'atmosfera gioviana scandagliata da Probe troviamo anche gas nobili quali neon, argon, kripton e xeno.

Altre caratteristiche

Ci sarebbe molto altro da dire sul pianeta, ma limitiamoci solo ad alcune considerazioni.

Giove potrebbe essere diventato una stella solo se avesse potuto catturare dalla nube protostellare una massa almeno 70 volte maggiore di quella che è. La sua gravità è già elevata alla sommità delle nubi. Quasi 2 volte e mezzo quella terrestre in questa zona. Per quanto riguarda i colori, possiamo affermare che Giove è un pianeta variopinto. Si pensa che lo zolfo sia il responsabile di tanta varietà. Le bande più chiare, costituite tra l'altro da metano e ammoniaca, salgono dall'interno del pianeta e sono chiamate zone, le bande più scure invece discendono e si chiamano fasce. L'uniformità di questo disegno è interrotta dalla cosiddetta Grande Macchia Rossa, un ciclopico uragano che ruota in senso antiorario con un periodo di 12 giorni. La Grande Macchia Rossa ha una forma ovale di 40.000 km di lunghezza per 14.000 di larghezza e non sempre è rossa: più spesso è rosa, talvolta è di color arancio, bruno o grigio; questi colori sono modulati dalla presenza di fosforo rosso o zolfo. Questa struttura non sempre è visibile, a volte scompare, ma sicuramente viene osservata da più di tre secoli.

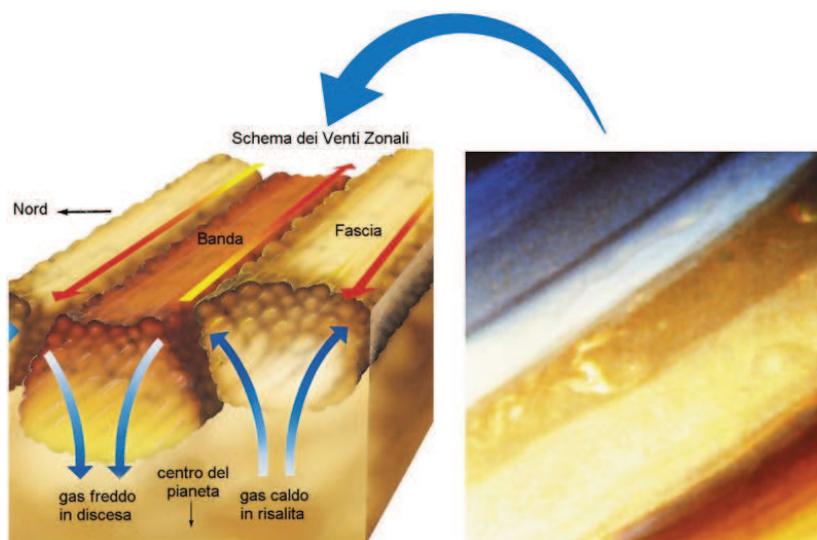
Il campo magnetico è invertito, per cui su Giove una bussola indicherebbe il sud invece del nord.

Questioni atmosferiche

Probe ha dato informazioni preziose sulla ricerca di acqua. È stata cercata direttamente sui bordi di alcune macchie calde (fascia nord equatoriale del pianeta). Nel cuore della

macchia calda, l'umidità è assente, mentre raggiunge picchi del 50 – 60 % ai bordi. Condizione necessaria ma non sufficiente perché si formi vapor d'acqua. Occorre una fonte di calore che costringa l'umidità a salire velocemente verso l'alto, raffreddarsi e permettere la condensazione del vapore in minuscole goccioline di H₂O, quindi nuvole. Il fenomeno conosciuto come convezione umida, provoca fulmini e scariche elettriche (Si sa dall'esperienza terrestre). Condizioni che, anche su Giove, potrebbero dare luogo a piogge torrenziali. Giove riceve solo il 4% dell'energia solare che riceve la terra, quindi non dovrebbe averne a sufficienza per l'innescò di un sistema di nubi, che invece è molto più massiccio del nostro. Da dove arriva allora l'energia? Anche questa volta si pensa che l'energia arrivi dall'interno del pianeta. Inoltre, l'acqua liquida viene riemessa subito in circolazione come vapor d'acqua, a causa delle alte temperature che incontra al di sotto delle nubi. Soffiano anche forti venti che vanno dai 300 ai 700 Km/h.

I gas di Giove sono sottoposti ad un duplice movimento: uno di tipo radiale, quindi dall'interno verso l'esterno (dovuto al



Correnti contettive di gas caldi e freddi formano le strutture delle bande e delle fasce dell'atmosfera superiore di Giove

trasporto convettivo), l'altro di tipo rotatorio (dovuto al veloce movimento del pianeta intorno al suo asse). I movimenti combinati fanno sì che le nubi si dispongano a strati – fasce scure e bade chiare – alternativamente più caldi e più freddi, in rotazione differenziata. Tale rotazione, ai confini delle bande o fasce, produce moti vorticosi. Tra cicloni e anticicloni, i fenomeni possono resistere qualche decina di anni.

Chi resiste più di tutti è la GRS (great red spot), situata a una bassa latitudine sud equatoriale che le permette di autosostenersi, inglobando cicloni minori.

Sul gigante gassoso, ci fermiamo qui, anche se la storia narrata prima da altro e altri, e poi dalla navicella Galileo la dice lunga sul pianeta.

Per noi basta così, tutto è sufficiente a far capire fin dalle prime righe scritte che un simile mostro fatto prevalentemente di idrogeno e di elio, con le sue nubi dense, le temperature elevate e le pressioni al limite dell'immaginabile, non potrebbero mai ospitare nessun batterio, nemmeno il più estremo. Ma se sui pianeti gassosi la vita non è neppure ipotizzabile, nei loro pressi potrebbe essere possibile. Vediamo però delle valutazioni sui satelliti.

Io, il satellite dei vulcani

massa = $4,5 \times 10^{-6}$ masse gioviane

diametro = 3642 Km

distanza media dal pianeta centrale = 421.600 Km

densità = 3,55

gravità = 1,8 m/sec²

rotazione = 1,77 giorni terrestri

rivoluzione = 1,77 giorni terrestri
inclinazione asse = $0,04^\circ$
composizione chimica nucleo = metallico, Fe/FeS

Europa, il satellite degli oceani

massa = $2,35 \times 10^{-6}$ masse gioviane
diametro = 3,138 Km
distanza media dal pianeta centrale = 670.900 Km
densità = 3,01
gravità = $1,4 \text{ m/sec}^2$
rotazione = 3,55 giorni terrestri
rivoluzione = 3,55 giorni terrestri
eccentricità = 0.009°

Comparazioni fra i due satelliti

Io è una intensa sede di fenomeni vulcanici. La sorgente di energia che riscalda il satellite sta nelle violente maree esercitate da Giove, a causa dell'orbita leggermente ellittica di Io. Se Io fosse l'unico satellite, le violente maree avrebbero già da quasi subito trasformato l'orbita da ellittica a circolare. E se così fosse stato Io non sarebbe scaldato a sufficienza e non avrebbe i suoi vulcani. Ma non è così; infatti gli altri satelliti hanno una influenza su Io. La debole eccentricità è il risultato del sincronismo 2:1 col periodo di rivoluzione di Europa (1,76 contro i 3,55). In parole povere i 2 corpi si avvicinano e interagiscono ogni 2 orbite, e questo ne impedisce la loro naturale circolarizzazione. Meno influente, ma presente è anche il sincronismo di 1:4 col periodo orbitale di Ganimede. Callisto è molto lontano.

Europa, invece, è un pianeta sostanzialmente di ghiaccio, ma predisposto per una intensa attività geologica passata, forse anche presente. Combinando la maggior distanza da Giove, con altri parametri orbitali (eccentricità soprattutto), abbiamo per questo satellite un riscaldamento mareale di 10 volte inferiore a quello destinato a Io. Vale, anche in questo caso, che l'eccentricità dell'orbita è tenuta in essere dal sincronismo di cui sopra, sincronismo 2:1 con Io e 1:2 con Ganimede, il cui periodo orbitale è di 7,55 giorni.

Diverse sono le composizioni chimiche dei 2 satelliti. Entrambi i satelliti possiedono un nucleo metallico.

Per Io il nucleo ha componenti di ferro e solfuro di ferro. Il raggio è 900 Km (oltre la metà del raggio totale).

Essendo Io vicino a Giove, e continuamente riscaldato dalle sue interazioni mareali, la Galileo non è stata in grado di stabilire se Io sia immerso nel campo magnetico del pianeta centrale o se ne abbia uno proprio.

Io è povero di elementi volatili, ma ricco di materiali sulfurei. Europa, invece, nasce in una zona più lontana dal gigante gassoso, e, dove si è condensato, era presente una buona quantità di elementi leggeri, acqua in particolare. Comunque, similmente a Io, anche qua i materiali pesanti sono presenti nel nucleo. Oltre a causa del calore primordiale intrinseco di Io ed Europa, tale concentrazione di materia nel nucleo è stata sicuramente accentuata dalle continue iniezioni di calore di marea gioviane. Ma nel caso di Io questo ha prodotto una stratificazione superficiale dei composti dello zolfo, con conseguente attività vulcanica, mentre su Europa a stratificarsi in superficie è stata una notevole quantità di H₂O.

Io e i vulcani

Abbiamo visto le caratteristiche fisiche. A causa dell'attrito delle maree, la crosta del satellite si alza e si abbassa di circa 100 m. I vulcani emettono una gran quantità di materiale sulfureo che si disperde nello spazio. Io è infatti circondato da una grande nube di sodio, calcio ed idrogeno di provenienza vulcanica che costituisce la riserva di plasma più importante della ionosfera di Giove.

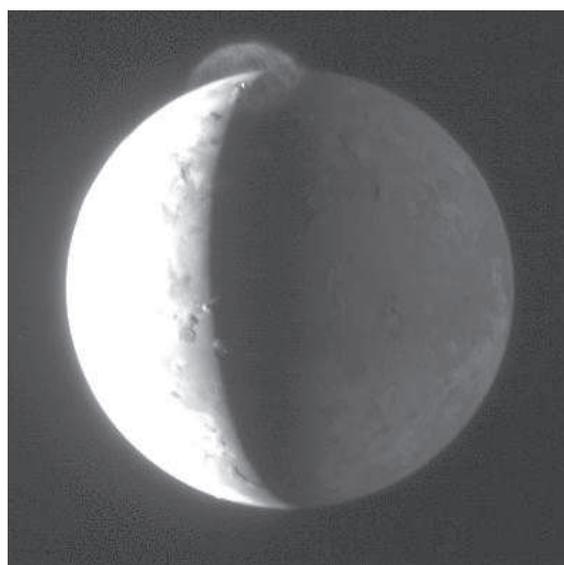
Abbiamo due morfologie di vulcani dominanti.

1. caldere con imponenti colate di lava
2. pennacchi a ombrello di alcune centinaia di Km .

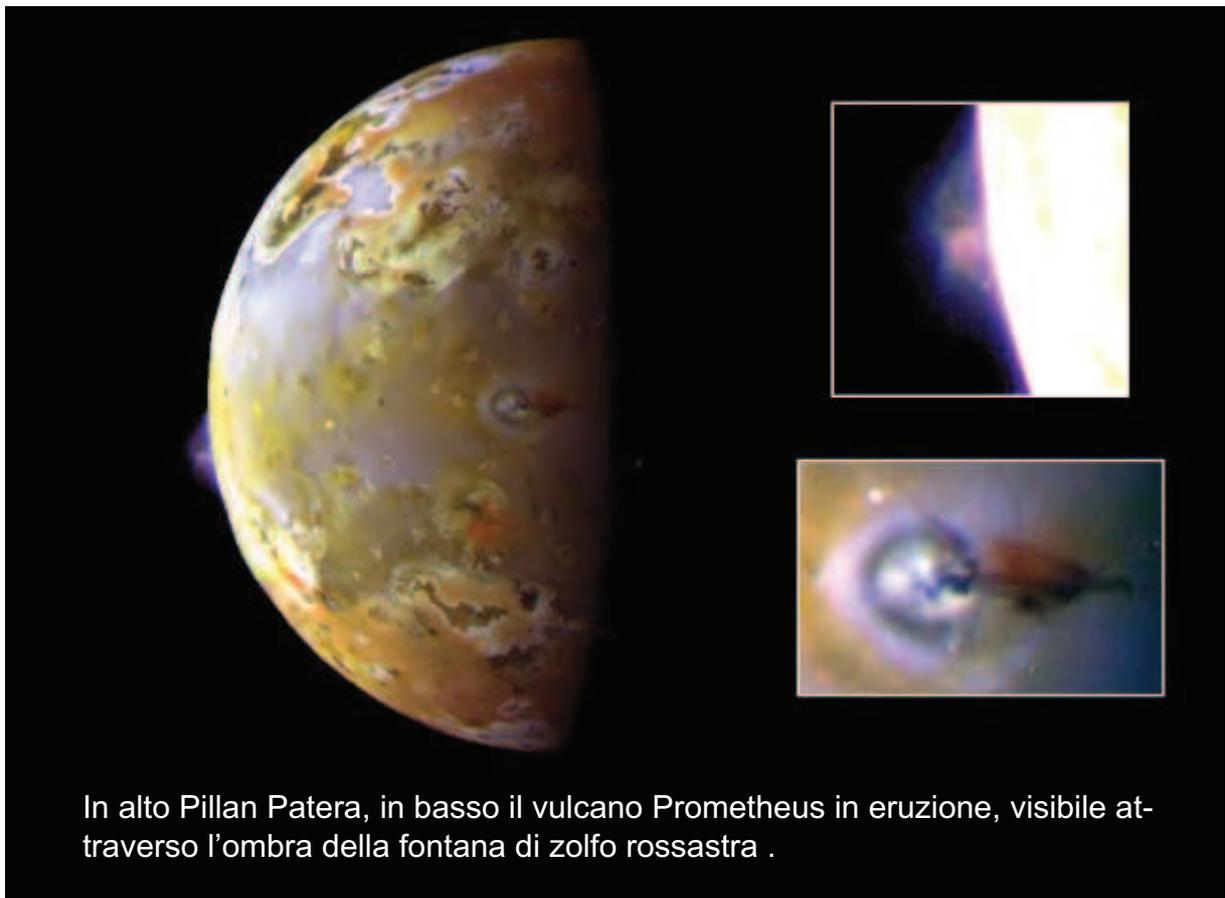
Vi sono almeno 200 caldere con diametro >20 Km (di così grandi sulla Terra ne abbiamo solo 15).

Si stima che su Io in un anno vengano emessi circa 600 Km² di prodotti vulcanici. Non è quindi fatto strano che non vi siano presenti crateri da impatto (caso unico nel sistema solare). Si potrebbe anche dedurre che si è formato dopo il periodo di bombardamento meteoritico che ha caratterizzato il Sistema Solare nelle prime epoche della sua formazione.

Zolfo e anidride solforosa (SO₂) danno a Io il colore caratteristico giallo-arancio. Sono presenti anche depositi di SO₂



Il vulcano Tvashtar ripreso dalla sonda New Horizons



In alto Pillan Patera, in basso il vulcano Prometheus in eruzione, visibile attraverso l'ombra della fontana di zolfo rossastra .

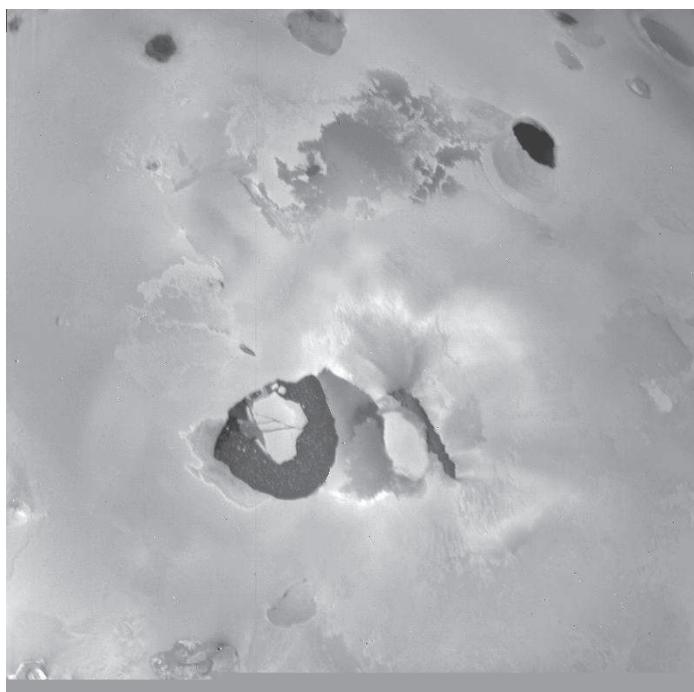
ghiacciata, detta neve solforica. Viene emessa dai vulcani in stato gassoso e, quando precipita al suolo gelido (<150), prende colorazione bianca.

Gli hot spots di Io variano in estensione da $6,5 \text{ Km}^2$ a 40.000 . I più piccoli sono anche quelli più caldi, anche 800° . In diversi casi la temperatura delle lave supera di gran lunga quella delle lave terrestri. Il materiale che fuoriesce dal Pillan Patera ha T di $1400 - 1700^\circ$. Non avendo sul nostro pianeta lave così calde è arduo ipotizzarne la composizione. Potrebbe essere che il mantello di Io sia ricco di metalli e le lave, di conseguenza, siano alto-fondenti, quindi scarsamente differenziate. Tale scarsa differenziazione sarebbe data da un continuo rimescolamento interno, prodotto da un eccesso mareale. Chi ha formulato tale ipotesi, ha quantificato che la massa si è già rifusa almeno 40 volte!!!

Pele è un grande vulcano, con attività effusiva violenta e irregolare (diametro 1400 Km e pennacchi che raggiungono quota 400 Km). Si pensa a una grande camera magmatica coperta da una spessa crosta, producendovi dentro grandi fessurazioni. La gelida T del satellite costringe la lava a solidificarsi quasi immediatamente. Questo da noi è impossibile. Il valore attribuito dalle attendibili rilevazioni della Galileo ha dato della lava una stima della T pari a 1200°. È quindi molto probabile che si tratti di silicati.

Prometheus ha il primato in longevità. Col passaggio del Voyager nel 1979, si notò attività eruttiva...e ai giorni nostri non è ancora cessata. Dalla caldera centrale arriva una colata di lava lunga 100 Km e pennacchi sempre a 100 Km. Da osservazioni si ipotizza una camera magmatica sotto la caldera centrale, ma questa estenderebbe di parecchio il raggio delle sue bocche.

Loki è il vulcano più energetico di tutto il sistema solare. Da solo emette tanto calore quanto quello di tutti i vulcani della Terra messi assieme. La grande camera magmatica è quasi a cielo aperto, identificabile col lago Loki. Tale lago è un accumulo di magma fuso con crosta in lento raffreddamento a



Il vulcano Loki e l'omonima Patera caratterizzata dalla doppia colorazione chiara e scura.

temperature di 0°.

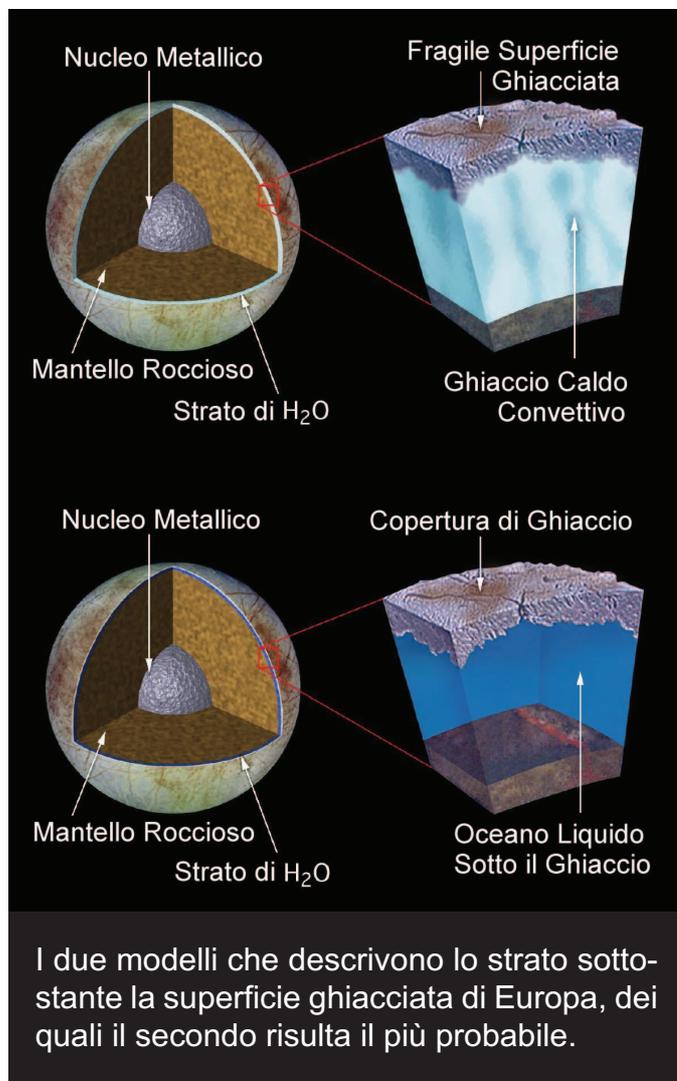
Di certo su questo satellite la vita è alquanto improbabile, nemmeno l'ombra di una nicchia ecologica, come invece è presente nel caso delle nubi di Venere.

Europa e gli oceani

Si ritiene possibile una iniziale attività geotermica vulcanica. Sono state rilevate righe nell'UV dell'ossigeno atomico (130 e 135 nm), probabilmente generato alla fotodissociazione di H₂O sublimata in superficie. Possibile anche SO₂ ghiacciata. L'SO₂ proverrebbe dall'interno di Europa, veicolata da processi vulcanici, o meglio idrotermali. È presente anche una debole atmosfera di sodio, probabilmente dovuta alle emissioni vulcani che di lo, e/o dall'interno stesso di Europa (questa seconda ipotesi spiegherebbe un'attività vulcanica passata). Si calcola che se tutta l'acqua presente su Europa fosse migrata in superficie potremmo avere uno spessore di H₂O liquida profondo 200 Km. Ma qui non siamo sulla Terra!!! Questa è crosta ghiacciata. Tale strato di H₂O ghiacciata dovrebbe poggiare su un fondale reso caldo dall'energia di marea. Ecco la situazione ideale come per il caso della Terra (vedi sezione delle bocche idrotermali). Anche su Europa potremmo avere i famosi "fumatori neri" che sprigionano prodotti sulfurei? La ricerca sarà improntata allo scandaglio dell'interno del satellite. Si cerca una struttura stratificata (nucleo metallico e mantello roccioso), unica cosa in grado di garantire una corteccia di acqua.

Per ora si ipotizzano solo modelli, ma potrebbe davvero essere così e vediamo il perché.

Parliamo del campo magnetico. In un particolare caso - Eu-



ropa si trovava al momento della misurazione nella parte meridionale del campo magnetico di Giove - , venne confermato che al variare della posizione orbitale, il satellite mostra un campo magnetico variabile in direzione e intensità (vedi vettori). In questo momento (il 3-01-2000), fu confermata una inversione di 180° del campo magnetico di Europa. Ciò si verifica quando Europa si trova ai due estremi del campo magnetico del pianeta centrale. Il campo magnetico in-

trinseco non potrebbe mostrare simili variazioni. Allora il magnetismo di Europa è INDOTTO dal campo di Giove su un materiale conduttivo presente all'interno del satellite.

Vediamo a riguardo la legge di Felici - Neumann:

in un qualunque conduttore in moto in un campo magnetico si genera una corrente tale da indurre nel conduttore un campo opposto a quello esterno che l'ha originato.

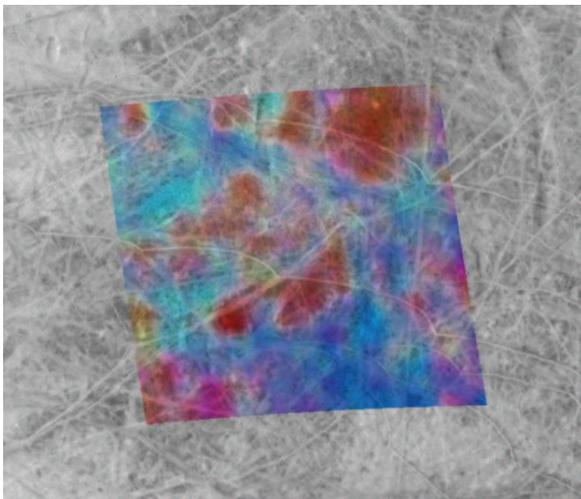
Secondo lo scienziato Kivelson, l'unica possibilità che Europa diventi conduttivo è che subito sotto la crosta ghiacciata ci sia

uno spessore di 5 -10 Km di H₂O liquida con presenza di sali disciolti, almeno simile a quella terrestre. L'acqua sarebbe giustificata solo dalla presenza di calore primordiale, mareale o da entrambe le cose.

Se dall'interno filtrasse calore, allora la coltre di ghiaccio potrebbe galleggiare su un guscio di acqua liquida. E' difficile da immaginare, con una crosta ghiacciata alla T di -225°, ma potrebbe davvero funzionare così.

Aggiungiamo anche che, dal momento che mancano sulla sua superficie crateri da impatto si pensa che la superficie di Europa sia una delle geologicamente più recenti del Sistema Solare. Le stesse forze mareali che alimentano il vulcanismo su Io probabilmente modellano la superficie di Europa di modo che la sua superficie passa alternativamente dallo stato liquido a quello ghiacciato.

Oltretutto su Europa si osservano una infinità di fessure. La



L'acido solforico (il comune acido batterico) e sali minerali, forse provenienti da un oceano sottostante, sono i componenti ipotizzati in questa immagine ravvicinata della superficie di Europa ripresa dalla Galileo.

crosta ghiacciata, inoltre, subisce rotazioni periodiche globali. La superficie si mantiene giovane, dunque!

La presenza di fessure di colore scuro indica che materiale di questo colore è sicuramente di provenienza interna, e che è quindi stata trasportata in superficie per convezione termica. Interessate notare che H₂SO₄ è uno dei componenti chimici primari del materiale scuro. Altra prova di attività geolo-

gica. Osserviamo vere e proprie dorsali di ghiaccio, interrotte spesso da fenomeni geologici quali gli sprofondamenti. Depositi di ghiaccio oltre i 3000 metri di altezza sprofondano (il peso di una singola cresta non è sopportato dalla sottile crosta superficiale) e perciò tende a fessurarsi per sprofondamento. Da queste nuove fessure fuoriesce acqua liquida, formando nuove creste, parallele a quelle già presenti. Ecco allora una spiegazione al processo delle fasce di creste.

Ora la domanda è: quanto è profonda la crosta di ghiaccio? Ancora la Galileo ci fornisce risposte. Nelle sue immagini ad alta risoluzione è presente un'area dove si riscontrano zolle di ghiaccio distanziate e fratturate come il caso degli Iceberg terrestri. Si distinguono dal resto della crosta ghiacciata. Emettono ombre, quindi sono sollevati e inclinati. Si sa che la parte immersa di un iceberg è del 90% del totale, facendo la misurazione di questi si può pensare che siano profondi 1 o 2 Km. Allora la crosta liquida dovrebbe essere



La superficie striata di Europa è in questa zona punteggiata da "lentiggini" scure in rilievo.

molto spesso !!!

C'è di più. La loro colorazione è scura, quindi si presume sia materiale inquinato e veicolato da eruzioni sottomarine. Questo implica il fatto (sempre dall'esperienza terrestre) che l'oceano di acqua liquida nascosto, anche se poco profondo potrebbe avere zone di fondale molto profondo, come sulla Terra dove si trovano sorgenti idrotermali. Vi sono anche altre strutture geologiche, protuberanze scure, che farebbero pensare a camini idrotermali, con conseguente fuoriuscita continua di acqua verso l'esterno. Ma è una fra le tante teorie!!! In realtà, ci saranno forme di vita in grado di sopportare la pressione di un oceano profondo centinaia di Km?

Nello spazio, non sono rare forme di vita prebiologiche, pensiamo alle comete, ma quel che è arduo trovare, invece, è un ambiente favorevole dove svilupparsi. Europa parrebbe poter essere un buon candidato.

Inoltre, le rilevazioni fatte dalla Galileo, a livello spettroscopico hanno rilevato non solo su Europa, ma anche su Ganimede e Callisto, tracce di idrocarburi del legame C-H a 3,4 micron, tipiche del materiale cometario. Ci sono anche tracce di altri composti organici, le toline, che si formano facendo scoccare scariche elettriche in miscele di gas simili a quella della Terra primordiale. Sulla Terra tutto questo è evoluto fino a noi. Con conoscenza di questo, che sta accadendo in realtà su Europa?

Sul satellite non è possibile attività fotosintetica nel buio totale di quegli oceani!

Ma potrà esserci qualche processo alternativo? C'è una lievissima atmosfera di ossigeno. La crosta di Europa è costantemente bombardata da particelle energetiche della magnetosfera di Giove. Si produce ossigeno biatomico diret-

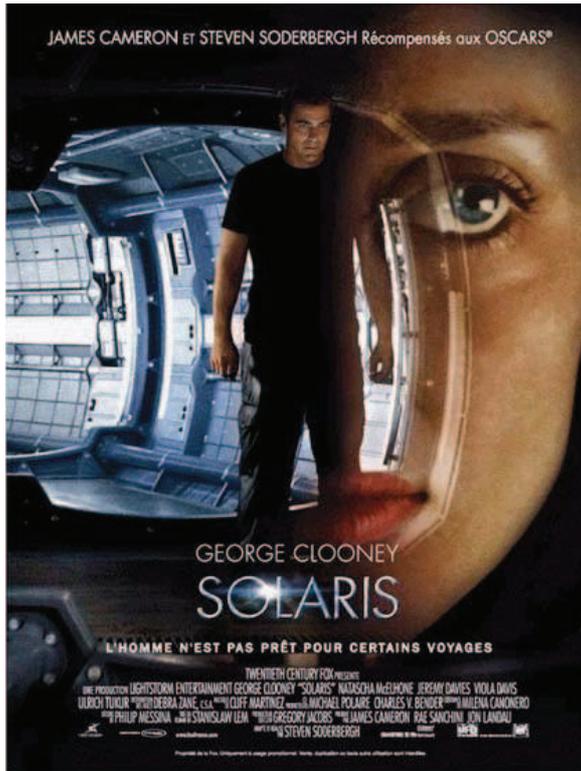
tamente o dalla decomposizione dell'acqua ossigenata (H_2O_2). Abbiamo visto che la crosta si ricicla velocemente, quindi l'ossigeno si può trasferire nell'oceano sottostante. Perché allora non pensare che O_2 raggiunga una concentrazione simile a quella delle profondità oceaniche terrestri? In questo caso (decisamente ottimista) ipotetici microrganismi potrebbero ricavare energia se nell'ambiente fossero presenti molecole riducenti, cioè in grado di reagire con l'ossigeno. Ben due di queste molecole sono state individuate da uno staff di scienziati che lavorano (guarda caso!!!) per il SETI institute in California. Il metano, CH_4 è una di queste. Potrebbe benissimo essere prodotto da un'intensa attività idrotermale! L'altra molecola è la formaldeide $HCHO$. Prendendo l'esempio del batterio terrestre *Hiphomicrobium*, $HCHO$ sotto l'influsso di particelle ad alta energia viene abbondantemente prodotta dalla reazione di H_2O e CO_2 . Lo staff ipotizza addirittura 1 milione di tonnellate all'anno di produzione di biomassa.

Sempre ammesso che, il carbonio organico **NATURALMENTE TRASPORTATO** da comete e condriti carboniose, abbia dato inizio a qualche esotica forma di vita!!!

Fantascienza anche qui? Forse.....o forse no.
I progetti della NASA prevedono astro-batiscafi per scandagliare la crosta oceanica del satellite.

Solaris

Alessia Presutti



Un film di Steven Soderbergh, con George Clooney, Natacha McEhونه, Jeremy Davies, Ulrich Tukur, Natacha Mc Elhone, Viola Davis...

Fantascienza, durata 98 min. USA 2002.

Solaris (Солярис) è un film di fantascienza sovietico del 1972 diretto da Andrej Tarkovskij, tratto dall'omonimo romanzo del 1961 dell'autore polacco Stanisław Lem.

Presentato in concorso al 25° Festival di Cannes, ha vinto il Grand Prix Speciale della Giuria.

Nel 2002 il regista Steven Soderbergh (Ocean's 11/12/13, Erin Brockovich...), ne ha girato un remake omonimo.

Nella colonna sonora ricorre un adattamento di Ich ruf' zu Dir, Herr Jesu Christus (BWV 639) di Johann Sebastian Bach.

Trama

Lo psicologo Kris Kelvin, prima di partire alla volta del pianeta Solaris, riceve la visita indesiderata dell'ex astronauta ed amico di famiglia Berton, reduce anni or sono da una disavventura sul pianeta e costatagli la carriera. L'uomo a quanto pare avrebbe assistito a degli strani fenomeni suscitando lo spietato scetticismo dell'amministrazione spaziale.

Giunto sul pianeta dopo un viaggio di sedici mesi, Kelvin si trova coinvolto da dei recenti fenomeni che accadono nella stazione spaziale scientifica...

Consigli: film molto lento.



La locandina dell'edizione italiana di Solaris del 1972 di Tarkovskij.

Foto Gallery

Cometa C/2007 N3 Lulin

Rifrattore APO 90mm f/6,9
Somma di 4 pose da 15 sec a 3200 ISO
Gianluca Sordiglioni (GACB)



C/2007 N3 Cometa
(Lulin) William Optics Megrez 90 FD f/6.9 APO, Vixen Sphinx Deluxe, Nikon D90
4x15 sec @ 3200 ISO Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo - GACB
(C) 2009 Gianluca Sordiglioni Osservatorio "Presolana", Castione della Presolana (BG)

M44 il presepe

Rifrattore APO 90mm f/6,9
Somma di 7 pose da 8 sec con reflex
digitale Nikon D90
Gianluca Sordiglioni (GACB)



M44 Ammasso aperto nel Cancro. Età: 450 milioni di anni. Distanza: 510 a.l.
William Optics Megrez 90 FD f/6.9 APO, Vixen Sphinx Deluxe, Nikon D90, 7x8sec/astrotimed
(C) 2009 Gianluca Sordiglioni Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo - GACB
Osservatorio "Presolana", Castione della Presolana (BG)

GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO GACB

**Delegazione UAI provincia di Milano
Membro di CieloBuio Coordinamento
per la Protezione del Cielo Notturno**

SEZIONI

Sezione profondo cielo:
Ermete Ganasi

Sezione stelle variabili:
dott Stefano Spagocci

Tecnica autocostruzione:
Gianni Bertolotti
Leonardo Vismara

Sezione pianeti:
Davide Nava

Inquinamento luminoso:
dott Roberto Benatti
(responsabile provincia
di Milano di CieloBuio)

CONSIGLIO DIRETTIVO 2008-2010

Presidente dott **Cristiano Fumagalli**

Vicepresidente dott **Stefano Spagocci**

Tesoriere **Gianluca Sordiglioni**

Segretario **Mauro Nardi**

Consigliere **Francesco Vruna**
(con delega all'organizzazione)



GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO GACB

c/o dott. Fumagalli Cristiano
via Cadorna 25
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Cell. 349 5116302 (Ven 21-23)
Tel. 02 6184578
E-mail: fumagallic@tiscali.it

Osservatorio sociale
via Predusolo - Lantana di Dorga
24020 Castione della Presolana (BG)

<http://gacb.astrofili.org>
<http://www.gacb.bravehost.com> (mirror)

Delegazione UAI per
la provincia di Milano
e membro di CieloBuio -
Coordinamento per la
protezione del Cielo Notturno

