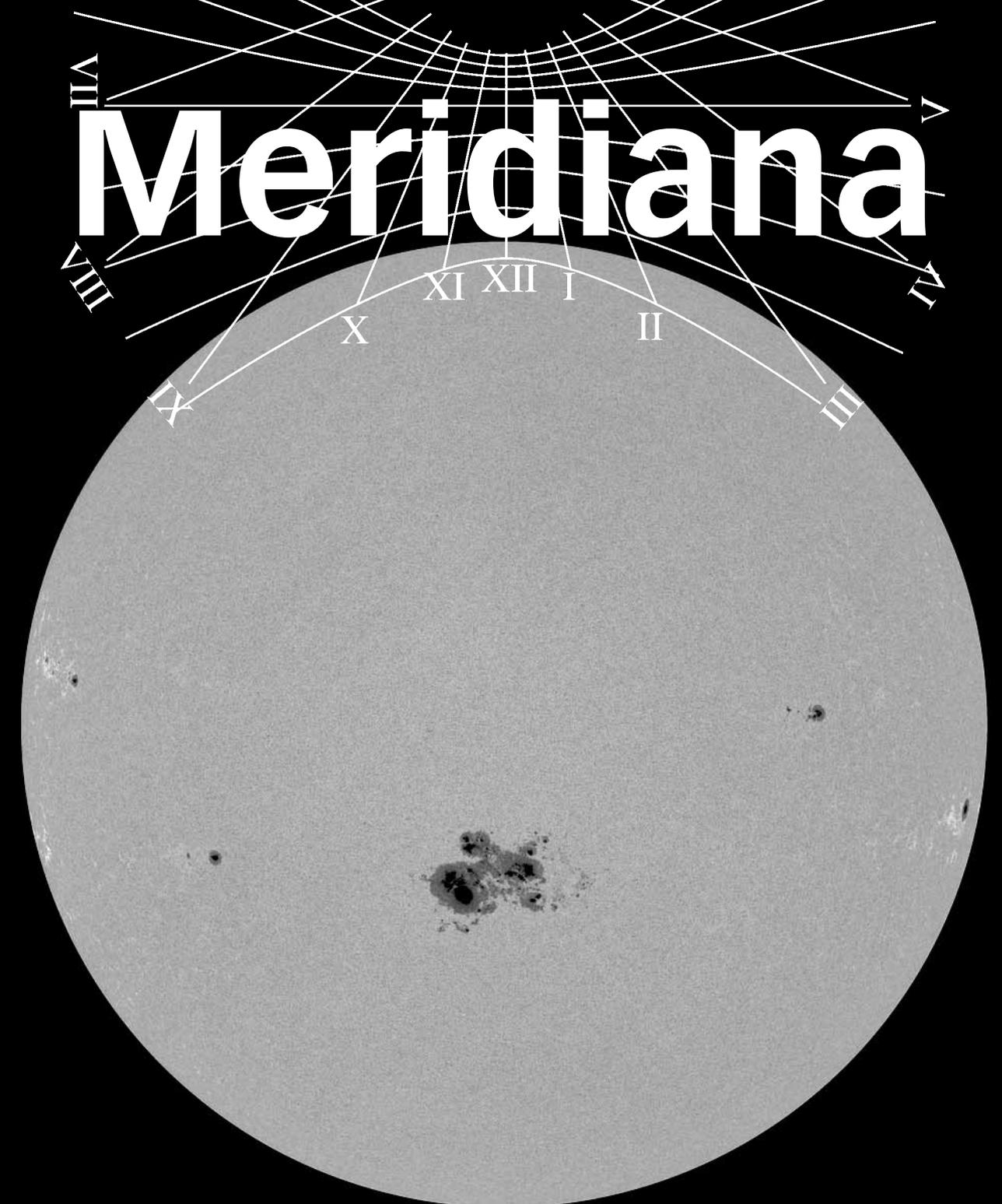


Meridiana



Bimestrale di astronomia

Anno XL

Novembre-Dicembre 2014

233

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

SOCIETÀ ASTRONOMICA TICINESE

www.astroticino.ch

RESPONSABILI DELLE ATTIVITÀ PRATICHE

Stelle variabili:

A. Manna, La Motta, 6516 Cugnasco
(091.859.06.61; andreamanna@freesurf.ch)

Pianeti e Sole:

S. Cortesi, Specola Solare, 6605 Locarno
(091.751.64.35; scortesi@specola.ch)

Meteorite, Corpi minori, LIM:

S. Sposetti, 6525 Gnosca (091.829.12.48;
stefanosposetti@ticino.com)

Astrofotografia:

Carlo Gualdoni (gualdoni.carlo@gmail.com)

Inquinamento luminoso:

S. Klett, Via Termine 125, 6998 Termine
(091.220.01.70; stefano.klett@gmail.com)

Osservatorio «Calina» a Carona:

F. Delucchi, Sentée da Pro 2, 6921 Vico Morcote
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

Osservatorio del Monte Generoso:

F. Fumagalli, via Broglio 4 / Bonzaglio, 6997 Sessa
(fumagalli_francesco@hotmail.com)

Osservatorio del Monte Lema:

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

Sito Web della SAT (<http://www.astroticino.ch>):

Anna Cairati (acairati@gmail.com)

Tutte queste persone sono a disposizione dei soci e dei lettori di "Meridiana" per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.

MAILING-LIST

AstroTi è la mailing-list degli astrofili ticinesi, nella quale tutti gli interessati all'astronomia possono discutere della propria passione per la scienza del cielo, condividere esperienze e mantenersi aggiornati sulle attività di divulgazione astronomica nel Canton Ticino. Iscrivere è facile: basta inserire il proprio indirizzo di posta elettronica nell'apposito form presente nella homepage della SAT (<http://www.astroticino.ch>). L'iscrizione è gratuita e l'email degli iscritti non è di pubblico dominio.

QUOTA DI ISCRIZIONE

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad almeno Fr. 40.- sul conto corrente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento al bimestrale "Meridiana" e garantisce i diritti dei soci: sconti sui corsi di astronomia, prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

TELESCOPIO SOCIALE

Il telescopio sociale è un Maksutov da 150 mm di apertura, $f=180$ cm, di costruzione russa, su una montatura equatoriale tedesca HEQ/5 Pro munita di un pratico cannocchiale polare a reticolo illuminato e supportata da un solido treppiede in tubolare di acciaio. I movimenti di Ascensione Retta e declinazione sono gestiti da un sistema computerizzato (SynScan), così da dirigere automaticamente il telescopio sugli oggetti scelti dall'astrofilo e semplificare molto la ricerca e l'osservazione di oggetti invisibili a occhio nudo. È possibile gestire gli spostamenti anche con un computer esterno, secondo un determinato protocollo e attraverso un apposito cavo di collegamento. Al tubo ottico è stato aggiunto un puntatore *red dot*. In dotazione al telescopio sociale vengono forniti tre ottimi oculari: da 32 mm (50x) a grande campo, da 25 mm (72x) e da 10 mm (180x), con barileto da 31,8 millimetri. Una volta smontato il tubo ottico (due viti a manopola) e il contrappeso, lo strumento composto dalla testa e dal treppiede è facilmente trasportabile a spalla da una persona. Per l'impiego nelle vicinanze di una presa di corrente da 220 V è in dotazione un alimentatore da 12 V stabilizzato. È poi possibile l'uso diretto della batteria da 12 V di un'automobile attraverso la presa per l'accendisigari.

Il telescopio sociale è concesso in prestito ai soci che ne facciano richiesta, per un minimo di due settimane prorogabili fino a quattro. Lo strumento è adatto a coloro che hanno già avuto occasione di utilizzare strumenti più piccoli e che possano garantire serietà d'intenti e una corretta manipolazione. Il regolamento è stato pubblicato sul n. 193 di "Meridiana".

BIBLIOTECA

Molti libri sono a disposizione dei soci della SAT e dell'ASST presso la biblioteca della Specola Solare Ticinese (il catalogo può essere scaricato in formato PDF). I titoli spaziano dalle conoscenze più elementari per il principiante che si avvicina alle scienze del cielo fino ai testi più complessi dedicati alla raccolta e all'elaborazione di immagini con strumenti evoluti. Per informazioni sul prestito, telefonare alla Specola Solare Ticinese (091.756.23.79).

Sommario

Astronotiziario	4
Il primo concerto	9
Le dita del Sole	18
Workshop internazionale sulle macchie solari a Locarno	19
Giornata Astronomica 2014	20
Con l'occhio all'oculare...	21
Effemeridi da settembre a novembre 2014	22
Cartina stellare	23

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

Editoriale

È questo l'ultimo numero del 2014 della nostra rivista e ci sembra doveroso augurare ai nostri lettori un sereno 2015, s'intende sereno in tutti i sensi, anche se per quel che concerne il nostro cielo la trasparenza e la limpidezza si fanno sempre più rari per gli astrofili residenti nelle pianure. Alla Specola Solare di Locarno purtroppo anche quest'anno abbiamo registrato un record negativo nella quantità di disegni fotosferici, addirittura il 2014 è stato il peggior anno dell'ultimo cinquantennio. Il Sole invece è stato prodigo di singolarità, dopo il minimo eccezionale degli anni 2007-2010, la ripresa dell'attività c'è stata ed ha fatto verificare ben due massimi (anche se quantitativamente non eccezionali) uno nel 2012 e il secondo, forse un po' maggiore, quest'anno, con l'apparizione di alcuni gruppi notevoli. L'ultimo, visibile agevolmente ad occhio nudo (con filtri adatti), è quello rappresentato sull'attuale nostra copertina. Altra caratteristica dell'attività solare è stata l'importante asimmetria tra i due emisferi, verificatasi durante questi due massimi.

In questo numero di Meridiana il contributo principale è dovuto all'interessante lavoro di una studentessa del Liceo di Bellinzona che ha vinto il secondo premio ex-aequo del concorso Fioravanzo: il soggetto non è dei più facili e ci meraviglia il livello al quale arrivano oggi i maturandi liceali. È una constatazione che possiamo fare in generale per tutti i lavori presentati in questi ultimi anni al nostro concorso.

Redazione:

Specola Solare Ticinese
6605 Locarno Monti
Sergio Cortesi (direttore),
Michele Bianda, Marco Cagnotti,
Anna Cairati, Philippe Jetzer,
Andrea Manna

Collaboratori:

Mario Gatti, Stefano Sposetti

Editore:

Società Astronomica Ticinese

Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

Abbonamenti:

Importo minimo annuale:
Svizzera Fr. 30.-, Estero Fr. 35.-
C.c.postale 65-7028-6
(Società Astronomica Ticinese)

La rivista è aperta alla collaborazione dei soci e dei lettori. I lavori inviati saranno vagliati dalla redazione e pubblicati secondo lo spazio a disposizione. Riproduzioni parziali o totali degli articoli sono permesse, con citazione della fonte.

Il presente numero di "Meridiana" è stato stampato in 1.100 esemplari.

Copertina

La più spettacolare macchia solare di questo ciclo è spuntata dal bord est del Sole il 17 ottobre 2014. Essa è passata al meridiano centrale il 23, giorno nel quale è stata ripresa dal satellite geostazionario della NASA, SDO e qui riprodotta (nord in alto, est a sinistra). La sua dimensione, in longitudine, arrivava a circa 250 mila chilometri (praticamente due terzi della distanza Terra-Luna).

Astronotiziario

a cura di Coelum
(www.coelum.com/news)

Il nuovo obiettivo di Curiosity nella “valle nascosta” (Eleonora Ferroni)

Starete sicuramente pensando: “Ecco l’ennesima immagine, che non ha nulla di nuovo, proveniente da Marte”. È vero, è una nuova foto della superficie marziana scattata dal rover della NASA Curiosity, ma l’immagine questa volta è speciale perché ci mostra quello che potrebbe essere il quarto punto di perforazione della missione Mars Science Laboratory. Si tratta del “Bonanza King”, una formazione rocciosa nei pressi della Hidden Valley (visibile sullo sfondo della foto) e che potrebbe far registrare un primato: nessuna precedente missione ha raccolto dei campioni dall’interno di rocce marziane. Finora, infatti, i materiali estratti provenivano da zone arenarie della superficie del Pianeta Rosso. L’immagine è molto recente: è stata scattata lo scorso 14 agosto (719esimo sol, giorno marziano) dalla Hazard Avoidance Camera (Hazcam) montata su Curiosity. Dall’immagine si può vedere che la più grande delle singole rocce piatte in primo

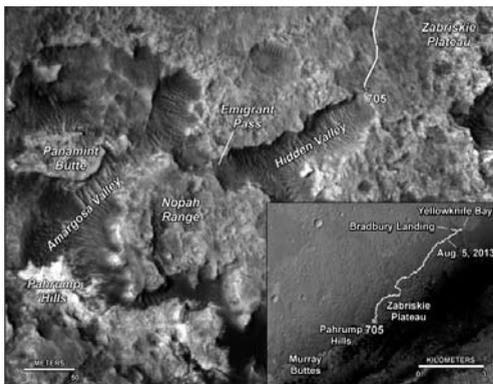
piano misura alcuni centimetri di diametro. Il rover era già passato per la Hidden Valley, ma aveva avuto dei problemi con l’aderenza delle ruote, vista l’eccessiva presenza di sabbia sul suolo. Per questo motivo i tecnici avevano cambiato rotta, inviando Curiosity in una zona più a Nord, il “Zabriskie plateau”. Adesso la squadra ha deciso che il punto giusto per la quarta perforazione è proprio la Hidden Valley.

Dove nascono le nuvole...su Titano (Davide Coero Borga)

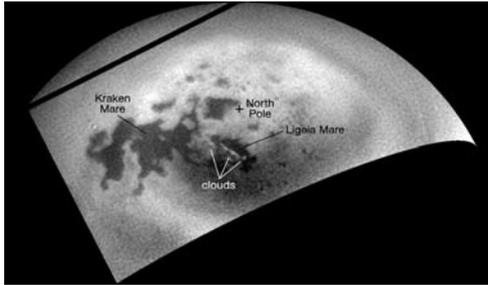
La sonda Cassini ci regala una serie di scatti affascinanti: nuvole di metano si rincorrono sui mari di idrocarburi che punteggiano l’emisfero settentrionale della luna di Saturno, Titano. È la conferma di un modello climatico simile a quello terrestre.

Temporalmente improvvisi e meteo ballerina. Non è un problema solo italiano. A quanto pare non se la passano meglio su Titano, da dieci anni tenuta sott’occhio dagli scienziati, grazie agli strumenti della missione Cassini-Huygens. La sonda ha catturato una serie di immagini dell’emisfero settentrionale della luna nelle quali è possibile vedere un sistema nuvoloso muoversi sulla distesa di idrocarburi liquidi del Ligeia Mare.

Questa rinnovata attività meteorologica su Titano potrebbe finalmente confermare le ipotesi dei ricercatori, secondo cui il modello atmosferico della luna non sarebbe dissimile da quello che governa la meteorologia sul pianeta Terra. Le immagini di Cassini risalgono a fine luglio. Mentre la sonda si stava allontanando da Titano a seguito di un passaggio ravvicinato, ha individuato un blocco di nuvole sulla grande distesa di metano conosciuta come



La “Valle nascosta” su Marte: prossimo obiettivo di Curiosity.



Nuvole di metano su Titano

Ligeia Mare. Lo sviluppo e la dissipazione dei vapori suggerisce una velocità del vento di circa tre, quattro metri al secondo.

Dall'arrivo della sonda nel sistema di Saturno, nel 2004, gli scienziati non hanno smesso di osservare l'attività meteorologica nell'emisfero meridionale di Titano. A quell'epoca il Polo Sud della luna stava vivendo la fine della stagione estiva. Un anno su Titano corrisponde a quasi trent'anni terrestri, con ogni stagione che si porta via circa sette anni. Oggi l'osservazione dei fenomeni atmosferici – che continua a essere un obiettivo importante della missione Cassini – e la formazione delle nubi si è spostata all'emisfero settentrionale. Con l'arrivo dell'estate, si registra un innalzamento delle temperature che non può che favorire l'insorgere di sistemi nuvolosi. Ma da quando una grande tempesta ha spazzato il cielo del satellite ghiacciato alla fine del 2010, è stato difficile catturare qualche immagine di piccole nuvole sulla superficie del Polo Nord. "Siamo ansiosi di scoprire se l'aspetto delle nuvole segni l'inizio di un'estate nel modello meteorologico di Titano o se si tratti di un caso isolato", spiega Elizabeth Turtle, ricercatrice del Cassini imaging team, Johns Hopkins University Applied Physics Lab, Laurel,

Maryland. "Ci chiediamo perché le nuvole inquadrare da Cassini si trovino sempre sui mari di idrocarburi. Si tratta di un caso o si formano preferenzialmente lì?" Per le previsioni meteo su Titano, insomma, bisogna ancora aspettare. Intanto speriamo arrivi presto l'estate calda. Per approfondimenti è possibile consultare il sito del NASA Jet Propulsion Laboratory o del Cassini imaging team.

Rosetta: individuati i 5 siti per lo sbarco di Philae (Livia Giacomini)

I giorni corrono, il momento della decisione si fa sempre più vicino. Dove far sbarcare Philae, il lander da 100 chilogrammi a bordo di Rosetta, la sonda dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), e destinato a diventare il primo manufatto nella storia dell'umanità a depositarsi su una cometa? Dopo un weekend trascorso a vagliare le immagini ad alta risoluzione raccolte dalla sonda nelle ultime due settimane, le carte rimaste in mano al Landing Site Selection Group – il team ESA al quale tocca la decisione finale – si sono ridotte a cinque. La selezione è stata effettuata nel corso di un meeting tenutosi a Tolosa. Essa è stata possibile grazie ai dati raccolti in queste prime emozionanti settimane di permanenza in orbita a 100 chilometri dalla superficie di 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Il landing è atteso per metà novembre, quando la coppia cometa-sonda sarà a 450 milioni di chilometri dal Sole. Per allora l'attività cometaria sarà notevolmente aumentata rispetto a questi giorni, senza però aver raggiunto livelli che renderebbero l'avventuroso atterraggio del lander ancora più difficoltoso del previsto. Nei mesi successivi al landing, sotto gli occhi degli strumenti scientifici prove-



Philae: Il lander di Rosetta

nienti da numerosi paesi europei, tra cui l'Italia, l'attività cometaria continuerà ad aumentare fino a culminare il 13 agosto 2015, momento di massimo avvicinamento della cometa dalla nostra stella. In quel momento, cometa e sonda si troveranno ad appena 185 milioni di chilometri dal Sole, e la quantità di luce ricevuta sarà aumentata di 8 volte rispetto a oggi.

Scegliere il luogo giusto per l'atterraggio è un'operazione complessa: è un compromesso tra gli obiettivi scientifici dei 10 strumenti di Philae, i bisogni tecnici dell'orbiter e del lander in tutte le fasi della separazione, della discesa, del landing e delle operazioni di superficie. Per ogni candidato è necessario rispondere ad alcune non semplici domande: una volta posato, il lander sarà in grado di comunicare con Rosetta dalla superficie? Quanto è impervia e pericolosa la zona intorno? L'illuminazione è sufficiente per ricaricare le batterie oltre le iniziali 64 ore di vita e tale da non causare problemi di riscaldamento eccessivo? I dati raccolti da Rosetta sono stati utilizzati per scegliere i luoghi che rispondono al meglio a questi prere-

quisiti. I possibili candidati sopravvissuti all'analisi sono stati resi pubblici a conclusione di un meeting a porte chiuse che si è concluso domenica 24 agosto. Le immagini pubblicate oggi da ESA, di cui verranno diffusi maggiori dettagli nei prossimi giorni, mostrano questi 5, esotici luoghi, denominati A, B, C, I e J. Tre sono situati nel lobo più piccolo della cometa, mentre gli altri due sono nel lobo più grande. A influenzare questa scelta, ha ovviamente avuto un ruolo sostanziale la forma inattesa e a dir poco irregolare del corpo celeste: "Basandoci sulla topografia di 67P/Churyumov-Gerasimenko, non è una sorpresa che molti luoghi abbiano dovuto essere cancellati" dichiara Stephan Ulamec, Lander Manager del DLR. "I candidati rimasti in gioco sono considerati tecnicamente accettabili sulla base delle analisi preliminari della dinamica di volo e di altri elementi chiave: per esempio tutti e 5 forniscono almeno 6 ore complete di luce a ogni rotazione cometaria e tutti presentano terreni abbastanza piatti. Ovviamente, ogni sito ha il potenziale per scoperte scientifiche uniche".

Il Coniglio di Giada continua il suo viaggio sulla Luna (Eleonora Ferroni)

Il rover Yutu, rilasciato sulla Luna dalla sonda spaziale cinese Chang'e-3 lo scorso dicembre, ha superato tutte le aspettative. Nonostante qualche problema tecnico negli scorsi mesi, continua la sua missione mandando un video panoramico per festeggiare il Moon Festival!

La missione cinese Chang'e-3 si trova sulla Luna già da 9 mesi e il rover Yutu sembra godere di ottima salute. Il 14 dicembre scorso Chang'e 3 ha effettuato un allunaggio morbido

rilasciando Yutu, il “coniglio di giada”. Yutu è il primo rover a esplorare la superficie del nostro satellite dopo quasi 40 anni dall’ultima missione, la sovietica Lunokhod 2 il cui rover si è spento definitivamente nel 1973. “Il coniglio di giada” pesa 120 chili, può scalare pareti fino a una pendenza massima del 30 per cento e viaggiare alla velocità di 200 metri orari.

Qualche mese fa, a marzo, il rover aveva avuto qualche problema di posizionamento dei pannelli solari mentre esplorava la superficie lunare, ma adesso, secondo un report rilasciato dai ricercatori a capo della missione, la situazione è sotto controllo. Yutu si è risvegliato giusto in tempo per il Moon Festival, una festa celebrata da cinesi, giapponesi, coreani e vietnamiti in occasione della Luna Piena a ridosso dell’equinozio di autunno. Inizia dunque il suo decimo ciclo di lavoro (inizialmente la missione non doveva durare che due soli mesi) con l’invio a Terra, lo scorso 6 settembre, di un video della superficie della Luna. Yutu ha ripreso il panorama lunare a 360° osservato attraverso i suoi occhi meccanici: al centro delle immagini, oltre alle tracce pneumatiche del rover e al lander, è inquadrato il Mare Imbrium (Mare delle Piogge).



Panorama lunare ripreso da Yutu

ALMA punta Plutone: aggiornate le mappe di New Horizons (Stefano Parisini)

Utilizzando il radiotelescopio ALMA in Cile, il team della sonda NASA New Horizons ha calcolato la posizione di Plutone con una precisione senza precedenti. Inoltre la navicella, che raggiungerà il pianeta nano nel 2015, ha effettuato la prima manovra di correzione della traiettoria.

Può sembrare strano ma nonostante decenni di osservazioni con telescopi sempre più potenti, sulla Terra e nello spazio, gli astronomi stanno ancora lavorando per determinare l’esatta posizione di Plutone e il suo preciso percorso nel sistema solare. Il problema è che Plutone è lontano dal Sole, circa 40 volte più lontano rispetto alla Terra, e “lento”: impiega 248 anni per completare una rivoluzione. Essendo stato scoperto nel 1930, finora è stato dunque possibile osservare solo un terzo della sua orbita. L’incertezza sulla posizione di Plutone potrebbe rappresentare un problema per la sonda New Horizons, diretta proprio verso il pianeta nano, che raggiungerà fra meno di un anno. “Con questi dati osservativi limitati, la nostra conoscenza della posizione di Plutone potrebbe essere sbagliata di diverse migliaia di chilometri, il che compromette la nostra capacità di calcolare le manovre di targeting più efficienti per la nostra sonda”, ha detto Hal Weaver, il responsabile delle operazioni scientifiche di New Horizons, della Johns Hopkins University.

Per aggiornare al meglio la mappa di navigazione della sonda, il team di New Horizons ha fatto ricorso al nuovo potente radiotelescopio europeo ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) in Cile. Gli scienziati hanno utilizzato i dati di posizio-



Il radio telescopio ALMA nel deserto di Atacama (Cile)

namento ALMA, assieme a nuove analisi sulle misure in luce visibile ottenute a partire dalla scoperta di Plutone, per determinare come eseguire la prima manovra di correzione della traiettoria (TCM), effettuata lo scorso luglio. Questa manovra ha contribuito a garantire che New Horizons utilizzi la minima quantità di carburante per raggiungere Plutone, risparmiandone il più possibile a beneficio di una potenziale estensione della missione. Una volta che il flyby del sistema di Plutone e delle sue lune fosse completato, New Horizons potrebbe infatti esplorare gli oggetti della Fascia di Kuiper. Per preparare questa prima manovra di correzione della traiettoria, gli astronomi avevano bisogno di individuare la posizione di Plutone utilizzando i punti di riferimento celesti più distanti e più stabili possibile. Gli oggetti più distanti e apparentemente più stabili dell'universo sono i quasar, galassie attive a più di 10 miliardi di anni luce di distanza. Anche se i quasar appaiono molto deboli per telescopi ottici, sono incredibilmente luminosi a lunghezze d'onda radio, in particolare alle lunghezze d'onda millimetriche che ALMA può vedere.

“L'astrometria ALMA ha utilizzato un quasar luminoso chiamato J1911-2006, con l'obiettivo di dimezzare di netto l'incertezza della posizione di Plutone”, ha dichiarato Ed Fomalont, un astronomo dello statunitense National Radio Astronomy Observatory, attualmente assegnato alle operazioni di ALMA in Cile. ALMA è stato in grado di studiare Plutone e la sua luna più grande Caronte, captando le emissioni radio delle loro fredde superfici, a circa 43 gradi Kelvin (-230 gradi Celsius). La prima squadra ha osservato questi due mondi ghiacciati nel mese di novembre 2013, e poi altre tre volte nel 2014. “Prendendo osservazioni multiple in date diverse, sfruttiamo il movimento della Terra lungo la sua orbita, che ci offre diversi punti di vista in relazione al Sole”, ha aggiunto Fomalont. Con questa tecnica, chiamata misura della parallasse, gli astronomi possono quindi meglio determinare la distanza e l'orbita di Plutone. “Siamo molto entusiasti delle funzionalità allo stato dell'arte che Alma fornisce per aiutarci a meglio indirizzare la nostra storica esplorazione del sistema Plutone”, ha detto Alan Stern, il responsabile scientifico di New Horizons, del Southwest Research Institute in Colorado.

Abbiamo ricevuto l'autorizzazione di pubblicare di volta in volta su “Meridiana” una scelta delle attualità astronomiche contenute nel sito italiano “Coelum/news”.

Il primo concerto

Giulia Isabella
Liceo Bellinzona

Come per i precedenti lavori pubblicati sui numeri 230 e 231 di Meridiana, estraiamo dal lavoro originale le parti che, secondo il nostro giudizio, possono interessare una buona parte dei nostri lettori. Il testo integrale, in formato pdf, può essere richiesto alla nostra redazione.

Indice

1. PREMESSA	3	5.1 COSTRUZIONE E CARATTERISTICHE	27
2. INTRODUZIONE	4	5.2 CONSEGUENZE COSMOLOGICHE	29
3. LA RADIAZIONE COSMICA DI FONDO	7	5.2.1 Un'immagine dell'universo primordiale	29
3.1 STORIA	7	5.2.2 L'inflazione	29
3.2 ORIGINE	8	5.2.3 La geometria dell'universo	30
3.2.1 Nucleosintesi	9	5.2.4 La densità dell'universo	32
3.2.2 Ricombinazione	10	5.2.5 La composizione dell'universo	34
3.2.3 Il lungo viaggio dei fotoni fino a noi	10	5.3 LO SPETTRO ACUSTICO	35
3.3 IL CORPO NERO	11	5.4 MA COME SUONA L'UNIVERSO?	38
3.4 LA CMB È UN CORPO NERO	12	5.4.1 Intensità	38
4. ANISOTROPIE NELLA CMB	14	5.4.2 Altezza	39
4.1 IL DUBBIO E LA SCOPERTA	14	5.4.3 Timbro	41
4.2 LA CORSA ALLE ANISOTROPIE	16	5.5 CONCLUSIONI	43
4.2.1 Olimpo	17	6. RINGRAZIAMENTI	44
4.3 PERTURBAZIONI DI DENSITÀ	23	7. BIBLIOGRAFIA	45
4.4 OSCILLAZIONI ACUSTICHE		8. ALLEGATI	46
NELL'UNIVERSO PRIMORDIALE	24	8.1 APPENDICE MATEMATICA E FISICA	46
5. LO SPETTRO DI POTENZA	27	8.2 INTERVISTA A PAOLO DE BERNARDIS	49

1. Premessa

C'è stato un momento, all'inizio della seconda liceo, in cui ci è stato proposto un lavoro, chiaramente non approfondito, sull'origine dell'universo nell'ambito delle lezioni di geografia. Questo incontro, forse incrementato dall'entusiasmo contagioso del docente, è stato per me assolutamente folgorante.

C'è stato un altro momento della mia vita, all'età di cinque anni, in cui ho visto un violino e ho deciso che sarebbe stato mio amico per sempre.

Qualche anno dopo anche il pianoforte è entrato trionfante nella mia quotidianità.

Il mio sogno per questo LAM, da diversi anni, era di trovare un anello di congiunzione tra questi due mondi apparentemente lontani, ma molto importanti per me. Il giorno in cui ci sono state presentate le proposte per il Lavoro di Maturità (tra cui anche "astronomia") ho deciso di tentare, cercare questo legame anche a costo di investire molte energie. Devo ammettere che non è stato facile, tanti ostacoli si sono posti tra me e questo obiettivo: poca (giustificata) fiducia nel mio progetto, man-

canza di basi fisiche e matematiche, carenza di materiale. Nonostante questo è stato un lavoro avvincente e arricchente che ha permesso di confrontarmi con i miei limiti, cercare dentro di me soluzioni e fiducia, e uscirne (spero) vincente.

E come se non bastasse ho avuto l'occasione di conoscere molte persone fantastiche, con un entusiasmo, una disponibilità e una cortesia eccezionali. Persone incredibilmente competenti che hanno investito il loro tempo in una studente liceale. Anche se non è la sezione "ringraziamenti", qui essi meritano di essere citati.

Questo lavoro ultimato è per me una grande soddisfazione. Sono convinta che seguire il mio cuore sia stata la scelta giusta.

2. Introduzione

"Da sempre l'uomo ha trascorso notti insonni ad ammirare estasiato il fascino immortale del cielo notturno". Ogni libro o saggio astronomico che si rispetti ha inizio con una frase simile. E come dargli torto.

In ogni momento della storia gli astri hanno assunto il ruolo di spettatori nelle vicende terrestri e innumerevoli volte individui animati da fervente curiosità o semplicemente scocciati dall'assurda quotidianità umana, hanno rivolto il loro sguardo all'immensità celeste cercando di comprenderla. La sua apparente perfezione e irraggiungibilità ha causato nel corso della Storia numerosi tentativi di trarre collegamenti o analogie con un altro aspetto quotidiano che per molti ha caratteristiche affascinanti e mistiche in comune con un cielo stellato: la musica.

Tracce di questi pensieri perlopiù spirituali e filosofici sono riconducibili a ogni luogo e periodo storico, fin dall'antichità. Ho trovato alcuni esempi affascinanti.

Secondo la religione induista, il tutto ha ori-

gine da un mantra in sanscrito: l' "Om".

Questo suono avrebbe dato inizio alla creazione, la quale si è sviluppata attorno a esso.

Ma gli indiani non furono l'unico popolo affascinato dalla potenza del suono, infatti anche nei miti celti ed egizi vi sono esempi simili, come per quanto riguarda il mito del drago ancestrale. La leggenda narra che l'inizio dell'universo ha avuto luogo con il possente ruggito di questa creatura mitologica, mentre nella cultura egizia questo suono



Il suono-mantra "om" in sanscrito

era attribuito all'urlo del dio Thot.

Altre evocazioni simili dal carattere puramente esoterico sono presenti in ogni religione, anche quella cristiana. Ricordo l'espressione tratta dalla Bibbia:

"In principio era il Verbo, e il Verbo era presso Dio, e il Verbo era Dio"

Il suono, il Verbo, viene comparato al creatore, colui che ha dato inizio a tutto.

Vi sono però anche tentativi meno specu-

lativi, più concreti e “scientifici” di trovare simili legami.

Primo tra tutti il grande matematico e filosofo greco Pitagora (~570 a.C.~495 a.C.), il quale sosteneva che ognuno dei sette pianeti conosciuti all'epoca corrispondesse a una delle 7 note risultanti dalla vibrazione di una corda.

Più recentemente è importante citare Giovanni Keplero (1571-1630), astronomo e musicista tedesco, il primo a definire precisamente il moto dei pianeti con le sue celebri leggi. La terza legge è contenuta in un volume nominato “*Harmonices Mundi*” pubblicato nel 1619, in cui l'autore sostiene fermamente il legame indissolubile tra musica, astronomia e geometria. Egli collega i rapporti tra le massime e minime velocità angolari dei pianeti con gli intervalli armonici, giungendo alla conclusione che una consonanza perfetta non è raggiungibile.

Non causerebbe alcun tipo di difficoltà trovare ulteriori casi simili nel corso della Storia, ma credo che quelli citati siano sufficienti per comprendere ciò che di questa ricerca mi ha affascinato.

Tutte queste non sono altro che supposizioni e speculazioni, eppure la ricerca più moderna in ambito cosmologico (mi riferisco principalmente agli ultimi decenni) si dedica a qualcosa di simile.

Ovviamente lo spazio non è abbastanza denso per permettere alle onde acustiche di propagarsi, ma oggi abbiamo quasi la certezza che un tempo, miliardi di anni fa, dei suoni c'erano veramente. Come vedremo, non si tratta della 5° di Beethoven, eppure questi suoni primordiali hanno permesso al nostro universo di diventare ciò che è, e la loro presenza ci dona la possibilità di osservare e in parte capire quello che è veramente successo.

In fin dei conti le convinzioni degli Egizi, di Pitagora e Keplero non erano poi così assurde e strampalate...

L'obiettivo di questo lavoro è dare una panoramica tripartita sulla radiazione cosmica di fondo, dalla sua scoperta alle attuali ricerche che la riguardano e che hanno influenzato le odierne teorie cosmologiche.

Inoltre vorrei gettare uno sguardo un po' più filosofico sull'interpretazione musicale delle oscillazioni acustiche, un'analogia che personalmente trovo rassicurante e che spero rimanga nel cuore del lettore.

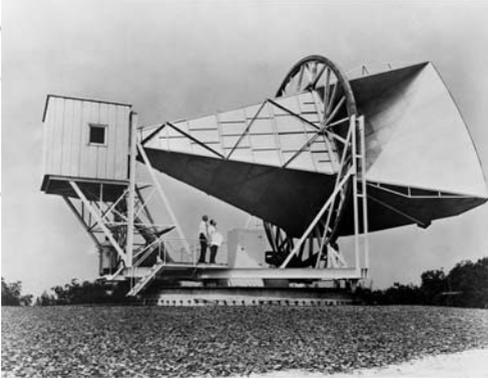
3. La radiazione cosmica di fondo

*“Cieco chi guarda il cielo senza comprenderlo:
è un viaggiatore che attraversa il mondo senza vederlo;
è un sordo in mezzo a un concerto”
Camille Flammarion*

Da sempre l'astronomo ha cercato le risposte alle sue domande circa l'universo, scrutando il cielo per mezzo di uno strumento importante quanto geniale: il telescopio. Ma l'astrofisica e la cosmologia moderna hanno scoperto altri metodi altrettanto accurati e sofisticati per captare segnali dal cielo. Poiché la banda visibile non è che una minima parte di tutte le radiazioni elettromagnetiche presenti nell'universo, l'uomo ha capito che l'osservazione doveva venire fatta anche (e forse soprattutto) con mezzi diversi dai nostri occhi amplificati dai telescopi.

Per giungere ai risultati citati nell'introduzione è necessario conoscere piuttosto approfonditamente un oggetto fondamentale per la cosmologia moderna: la radiazione cosmica di fondo.

Essa, detta anche CMBR (cosmic microwave background radiation), o anche CMB, verrà trattata in questo capitolo nei suoi vari aspetti storici, fisici e d'origine.



L'antenna con la quale Penzias e Wilson rilevarono il "rumore cosmico di fondo"(1964)

[N.d.R.: a questo punto l'autrice compie un excursus sulla storia di queste scoperte, a partire dalle prime misure della radiazione cosmica di fondo di Penzias e Wilson (premi Nobel per la fisica nel 1978), fino ai più recenti risultati del satellite Planck. Descrive la moderna teoria del Big Bang nella versione inflazionaria, con particolare riguardo al momento della nucleosintesi e della "ricombinazione", 380 mila anni dopo l'istante "zero", momento in cui la luce si separa dalla materia e l'universo diventa "trasparente". Non mancano accenni alla legge di Planck, al concetto di "corpo nero", alla legge di Wien, al "principio cosmologico" (isotropia dell'universo).

Un importante capitolo tratta invece dell'anisotropia dell'universo con accenni al mezzo "coagulante" delle strutture osservate, la cosiddetta materia oscura.

Nella descrizione dell'evoluzione dei mezzi per mettere in evidenza le anisotropie della CMB si passa dalle primitive misure alle mappe di COBE e della sonda Planck, fino al progettato esperimento interferometrico di "OLIMPO", nel laboratorio di fisica dell'Università "La Sapienza" di

Roma, laboratorio visitato personalmente dall'autrice (che ha anche intervistato uno dei fisici alla base del progetto). Per spiegare le differenze di densità esistenti nell'universo primordiale, poco dopo il momento della ricombinazione, corrispondenti alle differenze di temperatura rilevate dalla sonda Planck (milionesimi di gradi Kelvin!), si accenna anche alla teoria di Harrison e Zel'dovic.]

4.4 Oscillazioni acustiche nell'universo primordiale

Ora sappiamo dove la massa dell'universo ha iniziato ad addensarsi, eppure l'evidente isotropia della CMB dimostra che non l'ha fatto, perlomeno non fino al momento della ricombinazione.

Quando una nebulosa diventa una stella accade un particolare fenomeno osservato per primo da Jeans: dopo un lungo "tira e molla" la gravità vince sull'energia cinetica delle particelle che impedisce alla nebulosa di collassare su se stessa. Una qualsiasi piccola perturbazione causa questo collasso. Qualcosa di simile è accaduto nell'universo primordiale, a livello globale.

Come visto nel capitolo 4.3 al momento della ricombinazione, nell'universo sono disseminate delle zone leggermente più o meno dense. La logica ci porta a dedurre che la materia si sia immediatamente spostata verso quelle zone per effetto della gravità, eppure la radiazione cosmica di fondo ci propone un universo mediamente isotropo e omogeneo, quindi l'addensamento è iniziato solo in seguito alla ricombinazione. Qualcosa impediva alla massa di unirsi e la soluzione a questo quesito è piuttosto semplice: la radiazione.

Ricordiamo che massa e luce erano legate (capitolo 3.2.2), dunque i fotoni, interagendo con le particelle elettricamente cariche, contrastavano l'effetto della gravità. Il risultato è un equilibrio tra due forze che oscillano: quando la gravità compri-

me, aumenta la pressione che causa un'espansione ripristinando la tendenza al collasso. Queste oscillazioni di densità hanno luogo quando le due forze sono uguali. Durante l'oscillazione vi è un momento che ha luogo due volte per periodo in cui le forze sono uguali. In quel caso il raggio dell'oscillazione è quello ricavato dalla formula (4.4). La perturbazione osservata oscilla, variando la propria densità in modo periodico. Chiaramente al momento della ricombinazione questo equilibrio scompare, poiché la radiazione non interagisce più con la materia e la gravità non ha più ostacoli per creare le strutture cosmiche.

Si tratta dunque di oscillazioni che si propagano nel denso universo primordiale. Esse vengono definite dagli esperti "oscillazioni acustiche".

A questo punto è possibile dare avvio a un'analogia con il suono, che ci accompagnerà fino alla fine di questo lavoro.

Le onde sonore sono descritte dalla seguente definizione:

"particolare tipo di onda meccanica in cui la perturbazione è la variazione di pressione indotta dal corpo vibrante nel mezzo circostante (di solito l'aria). Tale variazione di pressione è in grado di propagarsi nel mezzo come una successione di rarefazioni e condensazioni (cioè di variazioni di densità)".

Malgrado il mezzo di propagazione non sia l'aria, è facile immaginare che l'universo prima della ricombinazione possa fungere da mezzo di propagazione per queste oscillazioni, essendo molto denso. Risulta dunque corretto immaginare un'analogia tra le oscillazioni acustiche e le onde sonore, a cui d'ora in poi attribuirò le stesse caratteristiche.

Eccoci finalmente al tanto atteso dilemma: quale legame ha la "musica" con tutto ciò?

Il termine "musica" è utilizzato sicuramente in maniera impropria, poiché si tratta principalmente di suoni. Insomma, sicuramente non una sinfonia di Beethoven o un concerto di Rachmaninov, ma certamente suoni che si propagavano nel denso universo primordiale.

Per comprendere più a fondo le caratteristiche di queste onde è necessario approfondire ulteriormente lo studio della CMB e l'incredibile varietà d'informazioni che ci offre.

[N.d.R.: a questo punto ci si inoltra nel concetto matematico di "spettro di potenza": argomento troppo complesso per essere riportato qui. Ma trattato correttamente dalla studentessa nel prosieguo dei suoi ragionamenti sulle conseguenze cosmologiche, ritornando sulla teoria inflazionaria, sul paradosso degli orizzonti, sulla densità media e la geometria dell'universo, con le relative equazioni.]

5.3 Lo spettro acustico

Da questo momento il lavoro pone le sue basi su delle analogie, sensate e proposte da illustri fisici e matematici, ma pur sempre analogie.

Lo spettro di potenza può infatti essere interpretato in modo leggermente differente: come uno spettro acustico.

Lo spettro acustico è un diagramma che rappresenta le pressioni sonore in rapporto alla frequenza. Esso mette in evidenza la distribuzione energetica del suono nelle sue varie componenti e mostra come varia la pressione sonora al variare della frequenza. In musica esprime il numero e l'intensità dei singoli suoni armonici concomitanti al suono fondamentale, determinanti nella formazione del timbro. Si tratta dunque di un grafico che rappresenta la fondamentale e le armoniche di un dato suono.

Ma per quale ragione lo spettro di potenza può assumere queste caratteristiche? Cosa rende il grafico dell'universo uno spettro acustico? E che legame c'è tra la frequenza e la pressione sonora, con la grandezza angolare e la temperatura?

Immaginiamo l'universo al momento della ricombinazione come una superficie con delle oscillazioni che, al momento della separazione tra radiazione e materia, si trovano in varie fasi: vi sono oscillazioni di massima compressione, massima espansione, a metà o in situazioni intermedie.

Come abbiamo visto nel capitolo 4.3 queste zone sono caratterizzate da una variazione di densità rispetto alla media e quindi restano visibili sulla radiazione di fondo che in quel punto presenta una temperatura leggermente spostata rispetto alla media.

Le varie situazioni in cui le oscillazioni possono trovarsi al momento della ricombinazione influenzano in maniera diversa la radiazione cosmica di fondo.

5.4 Ma come suona l'universo?

Per rispondere a questa domanda dal carattere più legato alla curiosità che prettamente scientifico è necessario suddividere la questione in punti ben distinti. Infatti le caratteristiche attribuibili a un dato suono sono tre e possono essere riassunte nel seguente modo:

1. intensità,
2. altezza,
3. timbro.

In questo capitolo ognuno di questi aspetti verrà inizialmente analizzato in modo generale e in seguito rapportato alle oscillazioni acustiche del plasma primordiale.

5.4.1 Intensità

L'intensità di un suono identifica come esso risulti "forte o debole" all'orecchio. Questa caratteristica è legata all'ampiezza dell'onda. Fisicamente l'intensità percepita da un orecchio è proporzionale al logaritmo della pressione sonora (ricordiamo che normalmente questo avviene nell'aria).

Spostandoci nel plasma primordiale possiamo calcolare l'intensità del rumore presente al momento della ricombinazione. Nell'ipotesi che ci sia proporzionalità tra temperatura del CMB, densità e pressione (come visto nel capitolo 5.3), è possibile ricollegare l'intensità delle macchie alla pressione. Possiamo ricavare che l'intensità delle oscillazioni nel plasma primordiale è compresa tra 94 e 114 decibel. Confrontando questo dato con una scala delle intensità percepibili all'orecchio umano, possiamo concludere che l'intensità del suono presente nell'universo primordiale era all'incirca quella prodotta da macchinari industriali (o, più poeticamente, presente a un concerto rock).

5.4.2 Altezza

L'altezza di un suono è una caratteristica piuttosto semplice da comprendere, poiché indica quanto quest'ultimo sia acuto o grave.

Essa è legata direttamente alla frequenza dell'onda che produce il suono. Più è alta (quindi con una lunghezza d'onda minore), più alle nostre orecchie il risultato è acuto. Ora, applicare il tutto alla realtà cosmica dei primi 400 mila anni è un po' più complesso.

Sarebbe facile infatti supporre che l'oscillazione acustica di base abbia una lunghezza d'onda di 380 mila anni luce, ma in realtà essa assume un valore diverso. La ragione è legata al fatto che la velocità di propagazione delle oscillazioni acustiche nel plasma primordiale non è quella della luce,

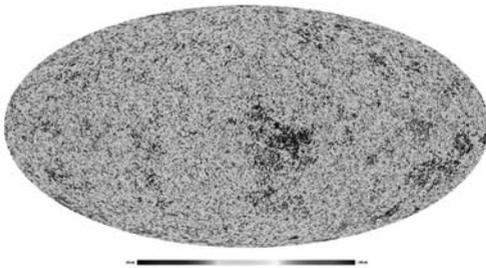
ma assume valori diversi man mano che l'universo si espande.

Questo perché, essendo delle onde meccaniche, la loro velocità varia a dipendenza del mezzo che devono attraversare.

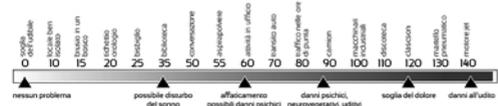
Più precisamente sappiamo che nei primi 50 mila anni la velocità di propagazione era pari al 60 per cento di quella caratteristica della radiazione elettromagnetica a causa della sua densità e pressione. In seguito questo valore cala avvicinandosi allo zero al momento della ricombinazione. Il risultato è dunque un'oscillazione massima di periodo 220 mila anni (=frequenza $1,44 \times 10^{-13}$ hertz).

L'altezza del suono prodotto non poteva essere dunque percepita all'orecchio umano. Si tratta di un suono 52 ottave sotto il "la" centrale del pianoforte (440 hertz).

È interessante aggiungere che se avessimo "ascoltato" il suono dell'universo in un momento antecedente la ricombinazione, esso sarebbe risultato più acuto, in quanto la fondamentale avrebbe avuto una lunghezza d'onda minore.



Mapa della radiazione cosmica di fondo rilevata dal satellite Planck (2013)



Schema del livello sonoro in dB

5.4.3 Timbro

L'ultima caratteristica legata a un suono è il timbro, ossia quella proprietà che ci permette di distinguere un suono da un altro anche se caratterizzato dalla stessa intensità e altezza.

È evidente che il suono di un violino è differente da quello di un flauto, così come la voce umana non è uguale per ogni individuo. Questa qualità è determinata dalla distribuzione di armonici.

Per poter comprendere di cosa si tratta propongo l'esempio della corda (di una chitarra o di

		Do ₄	523,25 Hz
		Si ₃	493,88 Hz
466,16 Hz	La#	La ₃	440,00 Hz
415,30 Hz	Sol#	Sol ₃	392,00 Hz
369,99 Hz	Fa#	Fa ₃	349,23 Hz
		Mi ₃	329,63 Hz
311,13 Hz	Re#	Re ₃	293,66 Hz
277,18 Hz	Do#	Do ₃	261,63 Hz

Frequenze relative delle note musicali in Hz

uno strumento ad arco) poiché risulta più semplice, ma un processo simile avviene anche per strumenti a fiato e via di seguito.

Diventa dunque facilmente intuibile come sia possibile determinare la "qualità" del suono presente nell'universo primordiale, perché, come visto nel capitolo 5.3, lo spettro di potenza può

essere anche interpretato come spettro sonoro.

Scomponendo le sue armoniche per mezzo dell'analisi di Fourier è possibile produrre un suono come doveva essere fino al momento della ricombinazione.

Questo processo è stato effettuato da John Cramer, professore di fisica all'Università di Washington, il quale ha dato in pasto al suo computer lo spettro di potenza di Planck. Il risultato può essere scaricato dal sito: <http://faculty.washington.edu/jcramer/BBSound.html>

5. Conclusioni

I risultati che ho trattato in questo Lavoro di Maturità sono frutto delle ricerche più moderne in ambito cosmologico e sono consapevole che probabilmente tra qualche mese, o qualche anno, vi saranno scoperte che perfezioneranno o modificheranno questi risultati.

Forse potrebbero persino risultare sbagliati, ma la scienza di oggi è così, e questo aspetto, a mio avviso, rende il tutto ancora più avvincente. In ogni caso per me è stato eccezionale poter conoscere la scienza sperimentale da vicino.

Mi rendo conto che l'ultima parte di questo lavoro è legata più a una curiosità che a un quesito puramente scientifico, oltre che a essere frutto principalmente di analogie. Ma è l'aspetto di questo LAM che più mi tocca e che mi ha permesso di approfondire alcune tematiche concernenti la fisica della musica che mi interessano molto. Inoltre quello che vorrei trasmettere è proprio questa consapevolezza che il suono non è una prerogativa unicamente umana, fatto che trovo particolarmente tranquillizzante. Nella società di oggi siamo continuamente confrontati con il rumore, la musica, le parole e immaginare che prima della nostra venuta ci sia stato solo e unicamente silenzio è, per quanto mi riguarda, davvero angosciante.

Forse dovremmo prendere a cuore queste considerazioni ed essere un po' più grati di aver avuto in eredità dall'universo primordiale e dai suoi semi cosmici questo fantastico pianeta. In fondo, questa "musica universale" ha dato origine a tutto ciò che conosciamo e sarebbe corretto portare rispetto a questo splendido dono, soprattutto oggi che non riusciamo a vedere oltre le mura dei nostri uffici o delle nostre aule. Guardiamo in alto e rendiamoci conto di quanto siamo piccoli, insignificanti e incredibilmente fortunati.

E la prossima volta che ci lasceremo cullare dalle dolci note di un concerto per pianoforte ripensiamo al miracolo che ci ha permesso di essere oggi qui, coscienti e vivi, e alle misteriose e affascinanti onde sonore che miliardi di anni fa hanno attraversato il cosmo, dando il via al "primo concerto".

6. Ringraziamenti

Molte sono le persone che hanno permesso la riuscita di questo lavoro, a tutte loro va un grandissimo "Grazie".

Alla mia famiglia, in particolare a mia madre, che ha sempre creduto in me e da un giorno all'altro ha organizzato un viaggio fino a Roma.

A Paolo de Bernardis, grandissimo scienziato e grandissima persona, che ha dedicato una grossa fetta del suo preziosissimo tempo a una liceale come me. Grazie per avermi permesso di vedere questo fantastico mondo da vicino.

A Maria Salatino, una donna incredibile, che mi ha fatto visitare i laboratori de "La Sapienza", contagiandomi con il suo entusiasmo. Spero di diventare un giorno come lei.

Ad Amedeo Balbi, sempre gentilissimo e disponibile a rispondere alle mie domande. Senza il materiale che mi ha dato probabilmente non sarei riuscito a fare l'ultima parte del lavoro.

A Fabio Lucchinetti, che in un momento di scoraggiamento mi ha dato la spinta giusta per ritrovare l'entusiasmo.

A Emil Rotilio, che si è preso il tempo per leggere il mio lavoro e giudicarlo deridendomi un po'.

A Axel Kuhn, che mi ha dato una mano a districarmi nel misterioso mondo dei computer.

A Giovanni Simona, senza le sue lezioni sull'origine dell'universo non mi sarei mai appassionata alla cosmologia e questo lavoro non sarebbe mai iniziato.

E ultimo, ma non ultimo, a Stefano Sposetti, che nonostante tutto mi ha dato la possibilità di imbarcarmi in un lavoro nel quale probabilmente non credeva davvero.

Grazie.

Bibliografia

BALBI, Amedeo. "La musica del Big Bang: come la radiazione cosmica di fondo ci ha svelato i segreti dell'universo". Collana Le Stelle. Milano: Springer, 2007.

WEINBERG, Steven. "I primi tre minuti: l'affascinante storia dell'origine dell'universo". Oscar Saggi. Milano: Oscar Mondadori, 1977.

DE BERNARDIS, Paolo. "Osservare l'universo: ...oltre le stelle, fino al Big Bang". Farsi un'idea 178. Bologna: Il Mulino, 2011.

FROVA, Andrea. "Fisica nella musica". Bologna: Zanichelli, 1999.

HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. "Fondamenti di fisica, terza edizione: Onde". Scienze Zanichelli. Bologna: Zanichelli, 2009.

HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. "Fondamenti di fisica, terza edizione: Fisica moderna". Scienze Zanichelli. Bologna: Zanichelli, 2009.

WHITTLE, Mark. "Big Bang Acoustics: Sound From The Newborn Universe". Department of Astronomy, University of Virginia.

TORMEN, Giuseppe. "Dispense per il corso di cosmologia modulo A: Anisotropie del Fondo Cosmico di Microonde", capitolo 7. Università di Padova, 2002.

COPPOLECCHIA, Alessandro. "Termometria per l'apparato criogenico di OLIMPO". Tesi di Laurea, Relatore: Prof. Paolo de Bernardis, Università "La Sapienza". Roma, 2009.

RISHI PRIYA, Rosanna. "La divina risonanza mantra e nādā: Yoga". Roma: Edizioni Mediterranee, 2005 (Poesia a pag.1).

Webografia

http://digilander.libero.it/arrigozanette/17_ap pA.htm

<http://www.shan-newspaper.com/web/tradizioni-celtiche/572-il-suono-primordiale-che-ha-creato-luniverso.html>

Le dita del Sole

Uranio

Nella sua "Storia dell'astronomia", il grande poeta Giacomo Leopardi (1798-1837) riferendosi agli obelischi egiziani, che come gnomoni diventano parte di colossali meridiane, li definiva "le dita del Sole".

In Italia abbiamo un enorme obelisco in Piazza San Pietro a Roma. La Città Eterna possiede altri 12 obelischi (in tutto, a suo tempo, dovevano essere 17) ma ora ci soffermeremo su quello di Piazza San Pietro.

Per avere dimestichezza con gli orientamenti, voglio ricordare per esempio che il Duomo di Milano ha la facciata che guarda a Ovest, quindi l'asse della chiesa è posto sulla linea Est-Ovest. Diversamente, San Pietro in Roma ha la facciata che guarda verso Est: l'asse della Basilica Vaticana è posto anch'esso sulla linea Est-Ovest. Appare però evidente che le due chiese sono orientate in senso contrario l'una all'altra.

L'obelisco-gnomone posizionato al centro del colonnato di Gian Lorenzo Bernini (1598-1680) in Piazza San Pietro è di origine egiziana, del periodo del Faraone Nencoreo III, del VII secolo a.C. Originariamente era collocato a Heliopolis, in Egitto, e fu portato a Roma nel 37 d.C. dall'imperatore Caligola (12-41). Esso è alto 25,36 metri ed è di granito rosso. L'obelisco fu posizionato in Piazza San Pietro nel 1586, per ordine di Papa Sisto V (1520-1590), sotto la direzione dell'architetto ticinese Domenico Fontana (Melide 1543 - Roma 1607).

Assunse l'aspetto di meridiana od orologio solare nel 1817, quando l'astronomo e naturalista Filippo Luigi Gilli (1756-1821) disegnò sul selciato della piazza, la linea meridiana con dei cerchi in marmo che indicano gli equinozi e i solstizi. La linea meridiana, ovviamente, segna il mezzogiorno vero di Piazza San Pietro, ma se prestate attenzione all'ombra proiettata dall'obelisco-gnomone potete sapere l'ora solare vera di Roma. Considerando che a mezzogiorno l'ombra è proiettata verso Nord, in pratica a 90° dall'asse della Cattedrale-Piazza, alla mattina è diretta verso la facciata di San Pietro, mentre alla sera essa punta verso via della Conciliazione, in questo caso, verso il tramonto del Sole, la Basilica stessa è in parte un ostacolo.



Workshop internazionale sulle macchie solari a Locarno

Renzo Ramelli

Dal 18 al 23 maggio si è svolta nella sala conferenze della Sopracenerina di Locarno la quarta edizione del Sunspot Number Workshop, un incontro di esperti provenienti da tutto il mondo dedicato allo studio del ciclo delle macchie solari e all'interpretazione dei dati relativi al loro conteggio. La scelta della città sul Verbano è stata dettata dall'importante ruolo svolto dalla Specola Solare Ticinese da più di 50 anni nella determinazione del numero di Wolf: un indice di attività solare basato sul conteggio delle macchie solari e dei relativi gruppi. Infatti la Specola, che ha iniziato la sua attività quale osservatorio esterno del Politecnico Federale di Zurigo, è oggi considerata quale osservatorio mondiale di riferimento nella rete di osservatori coordinata dall'Osservatorio Reale del Belgio. L'organizzazione locale dell'evento è stata curata dai collaboratori della Specola Solare Ticinese e dell'IRSOL.

Lo scopo principale del workshop è stato quello di cercare un'interpretazione coerente dei dati disponibili sulle macchie solari. Si tratta di una serie di dati pluri-secolare iniziata più di 400 anni fa ai tempi di Galileo. Storicamente, non tutti i dati sono stati ottenuti in modo uniforme. Vari osservatori con i loro telescopi si sono succeduti nel tempo. E' dunque stato necessario studiare attentamente i relativi periodi di osservazione e in particolare i momenti di transizione per giungere ad una normalizzazione dei dati, la più coerente ed omogenea possibile. Al convegno di Locarno hanno partecipato sia esperti studiosi degli archivi storici, sia scienziati che si occupano dello studio approfondito dei dati odierni. La rivisitazione e l'analisi dei dati sulle macchie solari ha portato a delle proposte di revisione del nume-

ro di Wolf e di correzioni da applicare ai vari periodi osservativi. Le proposte verranno presto finalizzate in un ultimo workshop previsto a Boulder in Colorado per poi portarle infine all'attenzione dell'Unione Astronomica Internazionale per la ratifica.

I dati delle macchie solari con il loro andamento ciclico sono molto importanti dal punto di vista scientifico. In confronto vi sono pochissime altre serie di dati che sono state raccolte per così tanti anni. Le ricadute scientifiche coprono vari ambiti. Lo studio dell'andamento dell'attività solare, che si manifesta con la comparsa delle macchie solari, è per esempio fondamentale per capire la relazione fra il comportamento del Sole e il clima terrestre. Grazie allo studio pluri-secolare delle macchie è inoltre possibile calibrare altri metodi indiretti che permettono di studiare il comportamento del Sole in epoche molto più lontane. Non da ultimo lo studio dell'attività solare permette di migliorare le competenze necessarie per il lavoro di previsione delle tempeste solari volto all'adozione di provvedimenti atti a salvaguardare il buon funzionamento della nostra civiltà tecnologica.

Alcuni dei partecipanti al congresso di Locarno: il primo da sinistra Renzo Ramelli (IRSOL), la seconda da sinistra Francesca Marenzi (Specola Solare), il secondo da destra Frédéric Clette (SIDC Bruxelles), il decimo, undicesimo, dodicesimo, tredicesimo da destra Sergio Cortesi (Specola Solare), Leif Svaalgard (Stanford Univ.), Michele Bianda (IRSOL), Jan Olof Stenflo (ETH Zh)



Sabato 15 Novembre 2014 presso il Liceo di Lugano 2, Savosa - Aula 123

Giornata Astronomica 2014



Yuri Malagutti organizza, in collaborazione con la Società Astronomica Ticinese (SAT) e il liceo di Lugano 2, la VIIa Giornata di Studio sull'Astronomia. Le comunicazioni che verranno presentate spazieranno su quasi ogni ambito di interesse per gli appassionati di astronomia e tecniche fotografiche.

La giornata è aperta a tutti con lo scopo di coinvolgere studenti e gli appassionati delle scienze dello spazio. Appuntamento il 15 Novembre alle 14.00 nell'aula 123 del liceo di Lugano 2, a Savosa.

Programma della giornata (14.00 – 18 ca.):

Presentazione della giornata con proiezione

1. Stefano Sposetti

« "Meteorastronomie in der SAG": il gruppo svizzero di osservazione di meteore.»

2. Yuri Malagutti ed Ivo Scheggia

« "La spettrofotometria amatoriale è possibile!": relazione dello stage fatto in Francia all'osservatorio dell'alta Provenza OHP nell'estate 2014»

-Pausa Attiva (con iniziative spontanee dei partecipanti: mercatino, esposizione di strumenti, libri ecc.)

3. Stefano Falchi e Benedetto Gendotti

« "Visioni cosmiche": Lo star party di Saint-Barthélemy 2014.»

4. Marco Villa

« Cartoline dalla Luna: come fotografare ed interpretare le strutture più caratteristiche del nostro satellite ...»

Con l'occhio all'oculare...

Monte Lema

È entrata in funzione la remotizzazione/robotizzazione del telescopio. Per le condizioni di osservazione e le prenotazioni contattare il nuovo sito: <http://www.lepleiadi.ch/sitounuovo/>
Al momento di andare in stampa non siamo in possesso del programma osservativo per questi tre mesi.

Consultare il sito sopra indicato a partire da metà novembre.

Monte Generoso

Il Gruppo Insubrico d'Astronomia del Monte Generoso (GIAMG) comunica che, a causa dei lavori di costruzione dell'albergo in vetta e dell'interruzione della ferrovia, per tutto il 2014 sono sospese le attività osservative.
Probabile ripresa entro il 2016.

Il panorama dal Monte Lema, verso oriente, con il Monte Generoso sullo sfondo.

Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti, vicino a MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'osservatorio). Il CAL (Centro Astronomico Locarnese) comunica i prossimi appuntamenti:

sabato 13 dicembre 2014, 10h00 (osservazione delle macchie e dello spettro solari)

sabato 24 gennaio 2015, 19h00 (osservazione della Luna e dei pianeti Marte, Giove e Urano)

Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 17 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una settimana prima dell'appuntamento. Ci si può prenotare tramite Internet sull'apposita pagina (<http://www.irsol.ch/cal>) oppure telefonando al numero 091 756 23 79 dalle 10h15 alle 11h45 nei giorni feriali.

Calina di Carona

Chiuso per i mesi invernali. Responsabile: Fausto Delucchi, Vico Morcote (tel.079 389 19 11)



Effemeridi da novembre 2014 a gennaio 2015

Visibilità dei pianeti

MERCURIO	visibile un po' al mattino fino alla metà di novembre. Invisibile praticamente fino alla fine dell'anno, riappare alla sera fino a metà gennaio.
VENERE	invisibile in novembre e dicembre, come Mercurio riappare alla sera in gennaio.
MARTE	Ancora visibile alla sera per tutto il trimestre, nella costellazione della Bilancia, sempre più immerso nei chiarori del tramonto da gennaio.
GIOVE	visibile nella seconda parte della notte in novembre poi per tutta la notte in dicembre e gennaio tra le stelle della costellazione del Leone.
SATURNO	Il 18 novembre è in congiunzione eliaca e quindi invisibile fino a metà dicembre. In seguito riappare al mattino al confine della costellazione della Bilancia con lo Scorpione.
URANO	In opposizione il 7 ottobre, rimane visibile per tutta la notte in novembre, nella costellazione dei Pesci, in gennaio solo nella prima parte della notte.
NETTUNO	Si trova nella costellazione dell'Acquario ed è visibile nella prima parte della notte in novembre e dicembre, in seguito s'immerge nei chiarori del tramonto.

FASI LUNARI



Luna Piena	6 novembre,	6 dicembre,	5 gennaio
Ultimo Quarto	14 novembre,	14 dicembre,	13 gennaio
Luna Nuova	22 novembre,	22 dicembre,	20 gennaio
Primo Quarto	29 novembre,	28 dicembre,	27 gennaio

Stelle filanti

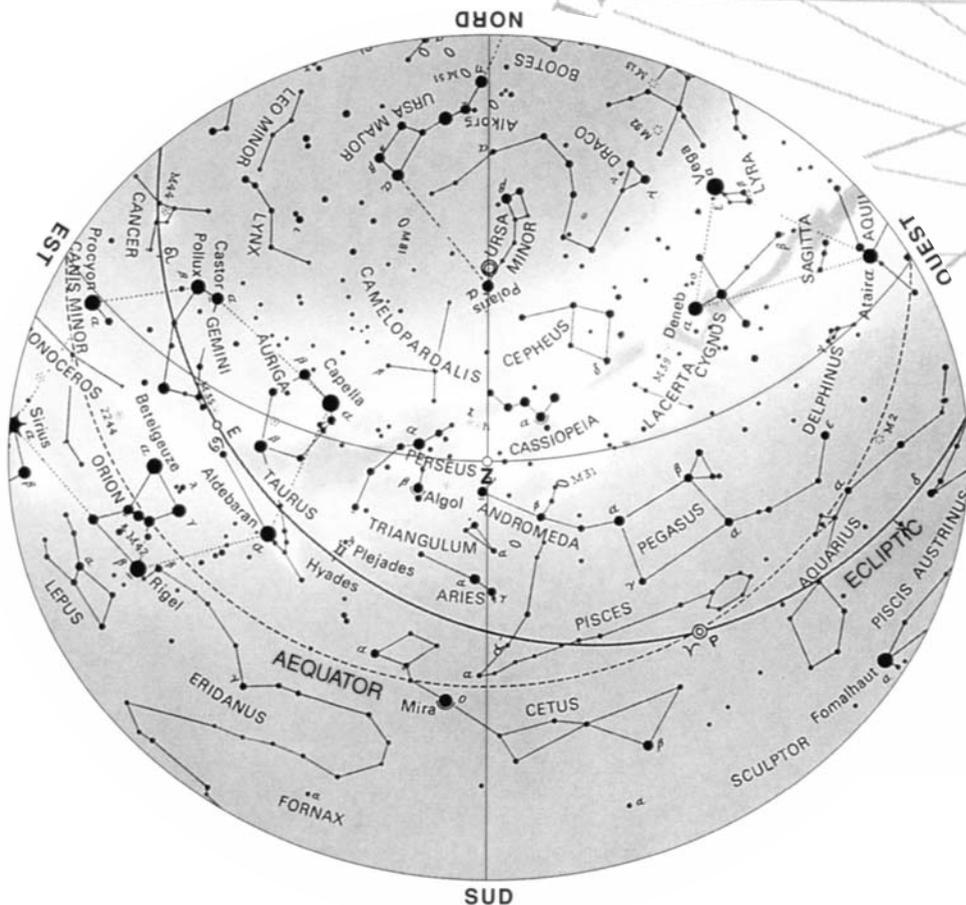
in novembre, dal 10 al 23, si osservano le **Leonidi**, con un massimo il 17 del mese; l'origine di questo sciame è la cometa P55/ Tempel-Tuttle.

Le **Geminidi** sono visibili dal 7 al 17 dicembre con un massimo il 9. L'origine di questo sciame non è da ricercare in una cometa, bensì nel planetoido 3200 Phaeton.

In gennaio sono invece visibili le **Quadrantidi**, dall' 1 al 5, con un massimo il 3. La cometa d'origine è la 96P/Machholz I.

Inverno

La Terra si trova al solstizio il 22 dicembre alle 0h03, ha così inizio l'inverno per il nostro emisfero.

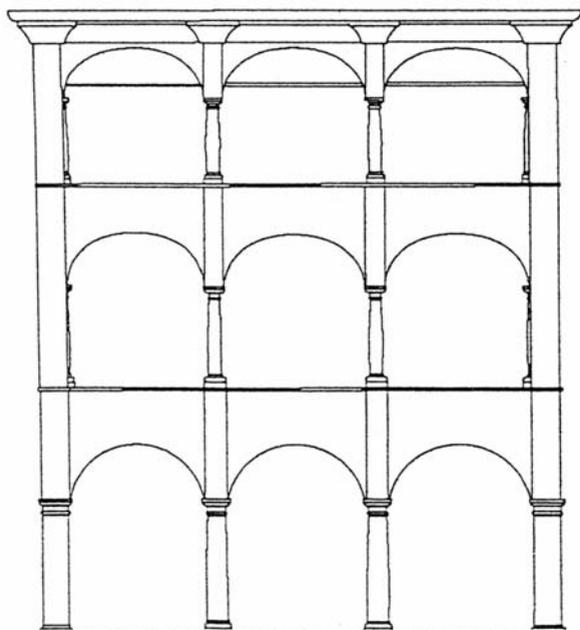


12 novembre 23h00 TMEC

12 dicembre 21h00 TMEC

12 gennaio 19h00 TMEC

Questa cartina è stata tratta dalla rivista Pégase, con il permesso della Société Fribourgeoise d'Astronomie.



LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32

6600 LOCARNO

Tel. 091 751 93 57

libreria.locarnese@ticino.com

Libri divulgativi di astronomia

Atlanti stellari

Cartine girevoli "SIRIUS"

(modello grande e piccolo)

G.A.B. 6616 Losone

Corrispondenza:
Specola Solare - 6605 Locarno 5

shop online



www.bronz.ch

X