

# POLARIS

Associazione

Ligure

Astrofili

POLARIS

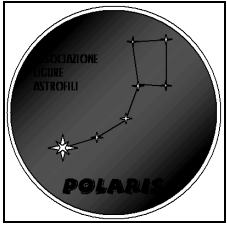
# NEWS

N. 38 – Marzo 2008

*Spedizione in abbonamento postale :  
art 2, comma 20/c Legge 662/96 -  
Filiale di Genova  
Periodico bimestrale, distribuzione gratuita*



**NASA 1958-2008**



# Polaris News

**Direttore responsabile:** Roberta Gallo

**Redattore capo:** Marco Di Falco

**In Redazione:** Alessandro Veronesi

Hanno collaborato a questo numero: Alessandro Veronesi, Alessandro Vietti, Mauro Saroglia, Gigliola Carbonati

*Autorizzazione Tribunale di Genova n.14/97 dell'R.S.*

---

**ASSOCIAZIONE LIGURE ASTROFILI POLARIS – O.N.L.U.S.**

SEDE: Piazza Palermo 10b canc.- 16129 Genova GE

tel. 346/2402066 – e-mail: [info@astropolaris.it](mailto:info@astropolaris.it) – web: <http://www.astropolaris.it>

---

Riunioni dei Soci: venerdì ore 21.00-23.00

## INDICE DELLE RUBRICHE

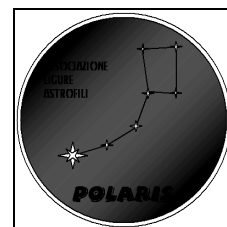
|  |    |
|--|----|
| LETTERA DEL PRESIDENTE<br><i>(di Alessandro Veronesi)</i> .....  | 3  |
| PIANETA FAI-DA-TE: I SEGRETI DELLA TERRAFORMAZIONE<br><i>(di Alessandro Vietti)</i> .....                                | 4  |
| (RADIO)ATTIVITA' AGRICOLE E PRODOTTI D.O.C. ("DENOMINAZIONE DI ORIGINE COSMICA")<br><i>(di Gigliola Carbonati)</i> ..... | 7  |
| ENERGIA SOLARE<br><i>(di Pietro Planezio)</i> .....  | 9  |
| AGENDA<br><i>(di Alessandro Veronesi)</i> .....  | 13 |

**Si ricorda che  
per non perdere la qualifica di Soci  
occorre rinnovare la quota sociale 2008  
al più presto!**

**Quota Socio Ordinario: 30 €**  
**Quota Socio Sostenitore: 40 €**  
**Quota Socio Junior: 15 €** (*minori di 18 anni*)

## Lettera del presidente

di Alessandro Veronesi



Genova, 20/02/2008

Carissimi amici,

spero che tutti voi abbiate trascorso con le vostre famiglie un periodo festivo piacevole e riposante, quantomai necessario prima di immergersi nuovamente nella routine quotidiana.

Il nuovo anno (bisestile!) è iniziato da poco, e le attività in corso di svolgimento, come quelle già pianificate per i prossimi mesi, sono come al solito numerose.

Le **riunioni settimanali in Sede** sono già state pianificate fino a tutto aprile: in questo numero potete trovare il calendario completo.

La rassegna di **conferenze al Museo di Storia Naturale** è stata finalmente stabilita ed è appena iniziata col primo appuntamento di **sabato 23 febbraio** (più avanti trovate il programma completo): mi raccomando, non perdetevi questi incontri pomeridiani e partecipate numerosi!

Le **attività osservative in Corso Italia** riprenderanno venerdì 14 marzo: veniteci a trovare!

Sul fronte didattico abbiamo pianificato nel mese di maggio una serie di lezioni presso la **scuola media di Carasco**, con la quale abbiamo già collaborato. Quest'anno dovremo seguire le cinque classi seconde alle quali avevamo già insegnato l'anno scorso.

Il nostro **sito Internet** continua ad essere sempre il punto di riferimento per conoscere in "tempo reale" ciò di cui Polaris si sta occupando in ogni momento. Esso è stato recentemente migliorato in alcune pagine, in modo da fornire informazioni più complete e facilmente accessibili. Vi consiglio di tenerlo sempre "a portata di mouse" e di visitarlo con regolarità.

Finalmente il **corso di base di astronomia** è entrato nel vivo. Il programma è stato stabilito, il calendario è disponibile in forma elettronica sul nostro sito oppure stampato su carta (sotto forma di volantini, manifesti e locandine), e ogni Socio è invitato a stamparne copie da distribuire oppure a passare in Sede per recuperare le stampe (a colori). Ci auguriamo che questa nuova attività, che sta impegnando notevolmente i Soci che l'hanno organizzata, sia apprezzata dal pubblico e ottenga un buon riscontro di interesse e partecipazione.

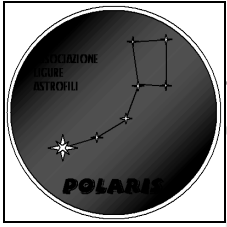
Vi ricordo anche che **venerdì 28 marzo** si svolgerà in Sede l'**Assemblea Ordinaria annuale dei Soci**, alla quale siete tutti calorosamente invitati. In quell'importante occasione saranno presentati il resoconto delle attività svolte e il piano di quelle in fase di organizzazione, oltre ad una descrizione dettagliata della vita dell'Associazione in questo periodo. Non mancate!

Esorto infine tutti voi a partecipare con maggiore regolarità alle attività sociali: la vostra presenza in Sede è un momento sempre piacevole per Polaris, quindi vi aspettiamo numerosi!

Cieli sempre sereni!

Alessandro

P.S.: vi ricordo ancora che con il nuovo anno è anche partita la campagna di **rinnovo delle iscrizioni per il 2008**: vi chiedo gentilmente di **provvedere in tempo utile** al versamento della quota, che ci è davvero necessaria per sostenere le prossime attività sociali. Grazie!



## Pianeta fai-da-te: i segreti della terraformazione

di Alessandro Vietti (Prima parte)

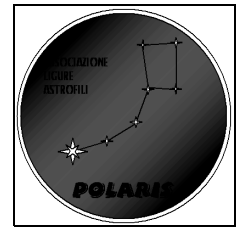
Secondo Arthur C. Clarke, una tecnologia sufficientemente sofisticata è indistinguibile dalla magia. Mutuando leggermente il significato della frase del celebre scrittore e scienziato inglese, si potrebbe dire che uno dei propositi della tecnologia sia quello di dotare l'uomo di "poteri" che lo avvicinano al concetto che egli ha della "divinità" e delle sue prerogative, in quella che si configura come una sorta di alchimia moderna. La tecnologia viene dunque in soccorso all'uomo inferiore, per elevarlo di rango e dotarlo di facoltà (spesso a pagamento!) che inseguono il sogno dell'essere divino. Insomma, "per i miracoli ci stiamo attrezzando" verrebbe da dire e, se la cura del vaiolo due secoli fa sarebbe davvero sembrata un autentico miracolo, che dire della creazione della Terra? Separare luce dalle tenebre, acque dalle terre e tutto quanto il resto? La scienza ci viene in soccorso anche in questo frangente e l'uomo può già aspirare, un giorno, a modellare un intero pianeta secondo le sue esigenze. *Terraformazione* è il nome attribuito a questo ambito scientifico, un campo multidisciplinare che riassume in sé principi di astrofisica, climatologia, chimica e biologia, e che si prospetta come una delle più grandi sfide del nuovo millennio. Il concetto è quello di prendere un pianeta dalle opportune caratteristiche di base, che vedremo più avanti e, sebbene arido, freddo, con un'atmosfera inesistente o molto sottile e privo di forme di vita, renderlo in qualche modo ospitale alla vita e magari anche all'esistenza umana. Sogno? In effetti si cominciò a parlare di terraformazione negli anni '30 proprio nelle visioni di alcuni grandi scrittori di fantascienza.

### Prima la fantasia...

In *Last and First Men* (1930, ed. it. *Infinito* - Mondadori), Olaf Stapledon presenta un arco narrativo di due miliardi di anni durante i quali si avvicendano diciotto civiltà umane che, una dopo l'altra, sorgono, prosperano e poi decadono a partire dalla civiltà dei "primi uomini" che ha il suo apice con Socrate. In quest'ipotetica storia dell'umanità, lo scrittore inglese immagina un'emigrazione dei "quinti uomini" su un pianeta Venere che presenta, se non il primo in assoluto, di sicuro uno dei primi esempi di terraformazione letteraria. Stapledon immaginò di utilizzare un processo di elettrolisi sull'acqua degli oceani di Venere per produrre ossigeno e rendere abitabile il pianeta. Più celebre è *The Sands of Mars* (1951, ed. it. *Le sabbie di Marte* - Mondadori) di Arthur C. Clarke, dove all'insonnabile paesaggio marziano vengono apportati piccoli miglioramenti per aiutare la vita dei coloni terrestri. E proprio Marte, non a caso, è anche il protagonista della forse più imponente, scientificamente autorevole e pluripremiata storia sulla terraformazione, la trilogia di Kim Stanley Robinson che annovera *Red Mars* (1992, ed. it. *Il rosso di Marte* - Mondadori), *Green Mars* (1992) e *Blue Mars* (1996), dove in oltre duemila pagine complessive vengono esplorate le fasi scientifiche, biologiche, politiche e sociali di una colonizzazione marziana basata su un graduale processo di terraformazione del Pianeta Rosso. E proprio Venere e Marte sono i pianeti cui le attenzioni degli scienziati furono rivolte, nel momento in cui cominciarono a speculare seriamente sulla possibilità di modellare un pianeta secondo le esigenze della vita. Ancora una volta la fantascienza fu narrativa d'anticipazione.

### ... poi la realtà

Nel 1961 la corsa allo spazio era iniziata da un paio di anni, e i sovietici avevano da poco lanciato la prima sonda che sarebbe dovuta giungere su Venere, e proprio Venere, con le sue nubi, il suo globo lattiginoso e molte delle sue caratteristiche così simili alla Terra, suscitò le speculazioni di un giovane scienziato neolaureato di nome Carl Sagan. Quell'anno uscì un articolo di quella che sarebbe stata una delle menti scientifiche più brillanti del secolo scorso, che per primo fece un riferimento scientifico proprio alla possibilità di terraformazione di Venere, nonostante il concetto non fosse espresso in maniera esplicita. Il pezzo trattava principalmente dell'atmosfera e del clima di Venere, ma alla fine avanzava l'ipotesi che si sarebbe potuto far precipitare al suolo la CO<sub>2</sub> contenuta nell'atmosfera impiegando delle alghe azzurre, organismi vegetali unicellulari procarioti, ovvero privi



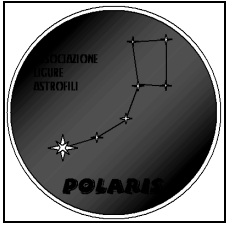
di nucleo cellulare, in grado di svolgere la fotosintesi. Questo avrebbe dovuto far diminuire l'effetto serra, la temperatura sarebbe scesa e l'ambiente sarebbe stato meno ostile. Non era proprio terraformazione, ma la filosofia dell'intervento umano al fine di rendere un ambiente più vivibile era un'anticipazione precisa della scienza che sarebbe nata più avanti sotto il nome di terraformazione. Nel frattempo i risultati delle osservazioni ravvicinate di Venere fecero tramontare l'ipotesi di Sagan, il quale nel suo modello aveva considerato una pressione atmosferica del pianeta di soli 4 bar, mentre in realtà essa si rivelò assai più "pesante" (intorno ai 90 bar). L'atmosfera, insomma, conteneva molta più CO<sub>2</sub> del previsto, tanto che farla precipitare al suolo avrebbe formato uno strato di polvere di carbonio spesso un centinaio di metri su tutto il pianeta, cosa del tutto incompatibile con il concetto di terraformazione. Fu così che l'invio di nuove sonde verso Marte spostò l'attenzione degli scienziati, e l'oggetto del desiderio divenne necessariamente il Pianeta Rosso che, per le sue caratteristiche, viene considerato all'interno del Sistema Solare l'unico candidato possibile e plausibile per un eventuale processo di terraformazione.

## Il pianeta giusto

Innanzitutto serve un pianeta roccioso. Per sua intrinseca costituzione, infatti, un corpo celeste gassoso come Giove o Saturno non si presterebbe a un processo di terraformazione. Nel caso del nostro Sistema Solare è quindi necessario rivolgere l'attenzione ai Pianeti Interni. Inoltre è fondamentale che il corpo celeste in questione possieda un giusto equilibrio di temperatura e forza di gravità. Su Mercurio e Venere fa decisamente troppo caldo: +350 °C di giorno sulla superficie del primo, e +460 °C in media sul secondo in cui, la pur maggior distanza dal Sole rispetto al primo, viene ampiamente compensata dall'eccezionale effetto serra provocato dalla spessissima atmosfera. Sui vari satelliti dei Pianeti Esterni fa invece decisamente troppo freddo. A ben vedere il nostro pianeta si trova in effetti su un'orbita altamente privilegiata, almeno per quanto riguarda la quantità di energia ricevuta dal Sole. Se la Terra si fosse trovata leggermente più vicino o più lontano dal Sole, le temperature sarebbero drasticamente aumentate o diminuite, rendendo impossibile l'evoluzione biologica come noi la conosciamo, esseri umani compresi. Per cui, Terra a parte dove, per fortuna nostra, il processo di terraformazione è avvenuto naturalmente, Marte si conferma l'unico corpo celeste a possedere le minime caratteristiche fisiche di base, forse non ottimali (temperatura media e forza di gravità sono un po' basse), ma quantomeno soddisfacenti, per potervi avviare o almeno studiare un ipotetico processo di terraformazione. Marte ha una temperatura media superficiale di circa -23 °C, inoltre possiede una discreta forza di gravità, circa 3.7 m/s<sup>2</sup>, non troppo bassa come ad esempio quella della Luna, che renderebbe impossibile il mantenimento di un'atmosfera stabile.

## Pressione e temperatura

In vista di conferire a un ambiente planetario condizioni maggiormente ospitali alla vita, le cose da tenere conto in prima istanza sono due: la temperatura alla superficie e la pressione atmosferica, due caratteristiche tutt'altro che separate tra loro. Giacché non sembra plausibile pensare di modificare le orbite dei pianeti, e pertanto è ragionevole ritenere che la distanza dal Sole non possa essere modificata, l'energia solare che giungerà alla superficie di un pianeta come Marte resterà sempre una costante. Come si può allora innalzare la temperatura? La risposta ci viene dal nostro stesso pianeta. Riuscire a dare maggior "spessore" all'atmosfera, come nel caso di Venere, consente di diminuire considerevolmente la perdita di calore verso l'esterno e innalzare così la temperatura globale. È il ben noto (e temuto) *effetto serra* provocato dall'anidride carbonica dell'inquinamento terrestre. Anche nel caso di Marte, la presenza dei resti geologici corrispondenti a una complessa idrografia superficiale, conferma che ci sono stati periodi remoti in cui il pianeta doveva essere molto più caldo. Vista la distanza dal Sole, questo può essere spiegato solo attraverso la presenza di una spessa atmosfera di anidride carbonica, che tratteneva il calore del Sole. Ciò significa che la pressione atmosferica di Marte era molto maggiore di quella attuale, e uno dei primi passi di una terraformazione dovrebbe essere proprio quello di aumentare la pressione atmosferica, per cercare di attivare un processo di effetto serra. Un processo di questo tipo raggiungerebbe il duplice, importante risultato di aumentare la temperatura superficiale e di dotare il pianeta di una pressione atmosferica adeguata.



## **Specchio delle mie brame...**

Anche nel caso di Marte, Carl Sagan fu uno dei pionieri ad avanzare la possibilità di una terraformazione. Nel 1973 egli pubblicò un articolo nel quale ipotizzava di vaporizzare le calotte polari coprendole con uno strato di polvere scura che avrebbe diminuito l'albedo, contribuendo così ad aumentarne la temperatura, proprio come succede agli oggetti scuri lasciati al Sole. Oggi il metodo di Sagan appare un po' audace ma il concetto generale no, e sono stati proposti almeno tre metodi per innalzare la temperatura globale di Marte e avviare in questo modo un processo di effetto serra in grado di autosostenersi. Una possibilità è quella di usare uno specchio nello spazio, in grado di innalzare di alcuni gradi la superficie marziana in corrispondenza della calotta polare meridionale. È stato calcolato che uno specchio del raggio di 125 km posto a una distanza di 214.000 km dal pianeta potrebbe riflettere una luce solare concentrata al punto da innalzare la temperatura di 5 °C. Un simile specchio, tuttavia, anche se fosse realizzato con materiali ultraleggeri simili a quelli che vengono studiati nei progetti di vela solare e che pesano intorno ai 4÷5 g/m<sup>2</sup>, peserebbe oltre 220.000 tonnellate, e un oggetto di questo tipo non potrebbe essere lanciato dalla Terra, ma necessiterebbe di un assemblaggio in orbita.

Ad ogni modo sembra probabile che l'innalzamento di temperatura richiesto alle regioni polari per poter liberare nell'atmosfera una quantità di anidride carbonica ghiacciata, sufficiente a creare una pressione atmosferica apprezzabile su Marte, dovrà essere maggiore di 20 °C, per cui difficilmente gli specchi, da soli, potranno essere sufficienti.

*...segue nel prossimo numero*

# **AVVISO IMPORTANTE**

**Venerdì 28 marzo ore 21.00**

## **ASSEMBLEA ORDINARIA ANNUALE**

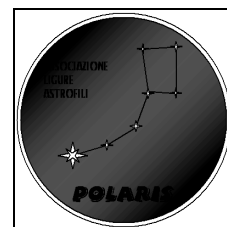
### **Ordine del Giorno:**

- 1) lettura verbale ultima Assemblea**
- 2) relazione del Presidente**
- 3) presentazione ed approvazione dei bilanci:**
  - a) Consuntivo 2007**
  - b) Preventivo 2008**
- 4) varie ed eventuali**

**N.B. per partecipare è necessario aver rinnovato la quota sociale!!!**

(Radio)attività agricole e prodotti D.O.C.  
("Denominazione di origine cosmica")

di Gigliola Carbonati

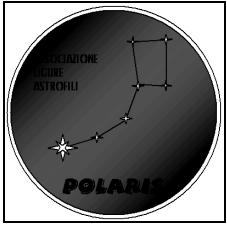


Sembra ormai chiaro che l'esperienza accumulata con le missioni legate alle stazioni spaziali (prima la MIR, ora la ISS), ed i relativi record di permanenza nello spazio degli astronauti che vi hanno partecipato e vi partecipano, sono anche una prova generale in vista di missioni più lunghe, finalizzate ad esplorare altri corpi celesti e ad impiantarvi basi permanenti (anche se, per ora, le uniche possibilità sono la Luna e Marte), come avamposti per ulteriori esplorazioni e per assemblaggi in orbita di telescopi spaziali, sonde, navette, razzi ecc. (che potrebbero, quindi, partire senza bisogno anche del carburante necessario sulla Terra per raggiungere la velocità di fuga), come laboratori di ricerca scientifica ed inizio di future colonizzazioni. Non si tratta solo di fantascienza, ma di piani realistici e reali che NASA ed ESA stanno studiando come prossimo passo nella conquista dello spazio.

Un aspetto di importanza basilare nella realizzazione futura di tali progetti è la produzione delle risorse fondamentali per la sopravvivenza degli astronauti: in caso di missioni di lunga durata (più lunghe di quelle attuali, come, ovviamente, sarebbero per esempio soggiorni in basi su Marte) non si potrebbero certamente usare sempre solo cibi disidratati, integratori alimentari, acqua riciclata ed aria delle bombole. D'altra parte, occorrerà economizzare il peso del carico ed il numero di lanci, dato l'alto costo che comporta ogni lancio (tanto più elevato quanto più il carico è pesante): per poter avere, quindi, aria, acqua e cibo "veri" si dovrà considerare la necessità di costruire serre, dove coltivare ortaggi e piante capaci di rigenerare acqua ed ossigeno, rendendo così la base (o la stazione satellitare) il più possibile autosufficiente (o, almeno, più indipendente rispetto alle possibilità attuali). Bisogna inoltre considerare il fatto che, quanto più una base su un altro corpo celeste sarà lontana dalla Terra, quanto più sarebbe problematico il suo rifornimento tramite spedizioni appositamente organizzate.

Sono allo studio metodi per consentire la sopravvivenza in un ambiente estremo, ostile e confinato (utili, tra l'altro, anche per basi di ricerca terrestri, come in Antartide). Se ne parla nei congressi scientifici, come il Convegno Nazionale Dell'Associazione Italiana di Medicina Aeronautica e Spaziale (AIMAS), svoltosi nel settembre 2007 presso l'Istituto di Scienze Militari Aeronautiche di Firenze, contestualmente al seminario biennale dell'Associazione Europea di Ricerca in micro-gravità (ELGRA). Una parte dei dibattiti riguardava la medicina aeronautica e spaziale (con particolare attenzione agli effetti prodotti dalla microgravità sull'organismo umano) ed i suoi riflessi nella cura di alcune patologie comuni (come l'osteoporosi), un'altra le tecniche per consentire una vita il più possibile normale e produttiva nello spazio (in aggiunta all'indispensabile riciclaggio delle risorse, alla ginnastica indispensabile per mantenere tonica la muscolatura in condizioni di gravità ridotta, o addirittura nulla, ed alla creazione di gravità artificiali, anche se minori di quella terrestre, utilizzando la forza centripeta, cioè facendo ruotare una parte della struttura abitata).

Tali ricerche, inoltre, avranno anche ripercussioni nello sviluppo di tecnologie per il miglioramento delle produzioni agroalimentari sul nostro pianeta. In questo campo, un importante passo avanti potrebbe venire apportato da una recente scoperta di un gruppo di ricercatori dell'Albert Einstein College of Medicine di New York: secondo questo studio le radiazioni, abbondanti nello spazio e pericolose per l'uomo, sarebbero comunque una risorsa da non sprecare o sottovalutare. Il proliferare di certi funghi nei resti del reattore di Chernobyl e nell'acqua radioattiva di altre centrali nucleari ha portato, infatti, all'ipotesi che la melanina contenuta in tali varietà di funghi utilizzi le radiazioni per crescere e prosperare, convertendole in energia in modo analogo all'azione della fotosintesi clorofilliana nelle piante. Esperimenti condotti su funghi molto diversi tra loro, ma tutti contenenti melanina, hanno mostrato che questa ipotesi sembrerebbe giusta: non solo la melanina li protegge dalla pericolosità delle radiazioni ionizzanti, ma tali funghi si sviluppano meglio in presenza di radiazioni piuttosto che in loro assenza (sottoposti alle stesse condizioni, i funghi senza melanina hanno una crescita molto più limitata). Avendo ottenuto gli stessi risultati con funghi naturalmente



privi di melanina, ma modificati geneticamente per produrla, ed avendo scoperto, approfondendo la questione, che la struttura elettronica della molecola della melanina viene alterata dalle radiazioni, si è pensato, se ulteriori ricerche confermeranno queste scoperte, che si potrebbero coltivare funghi commestibili in zone esposte alle radiazioni dello spazio sulle astronavi ed avere, così, una fonte di cibo autonoma e praticamente garantita per gli astronauti del futuro. I prossimi studi saranno effettuati, quindi, su varietà commestibili.

Il fatto che la melanina possa svolgere funzioni complesse è, comunque, già ben conosciuto nell'ambito della medicina: infatti, i funghi patogeni contenenti tale sostanza sono più aggressivi e resistenti alle difese immunitarie dell'organismo ed agli effetti dei farmaci rispetto a quelli che ne sono privi. Come molti microrganismi adattati a situazioni "impossibili", i funghi mangia-radiazioni sembrano più consoni all'ambiente spaziale che alla Terra, tanto da spingere la fantasia (anche quella di tanti ricercatori) verso una possibile spiegazione "fantascientifica": la loro "importazione" dallo spazio in un remoto passato. Se così fosse, il cerchio si chiuderebbe con la loro futura "esportazione" nell'ambito di lunghe missioni spaziali ed addirittura di esplorazioni e colonizzazioni di altri mondi, in qualche modo abitabili o trasformabili fino a diventarlo (trasformazione a cui, forse, potrebbero anche dare un contributo importante).

## **ASTRONOMIA AL MUSEO** **EDIZIONE 2008**

**23 febbraio – Sabato – ore 16.00**

**Buchi neri: l'importanza di un nome azzecato**

*Pietro Planezio (divulgatore scientifico)*

**15 marzo – Sabato – ore 16.00**

**Novità dal Sole attraverso lo studio dei neutrini  
l'esperimento "BOREXINO" al Gran Sasso**

*Giulio Manuzio (INFN, Università di Genova)*

**19 aprile – Sabato – ore 16.00**

**Una cometa per due emisferi**

*Marco Fulle (INAF, Osservatorio Astronomico di Trieste)*

**17 maggio – Sabato – ore 16.00**

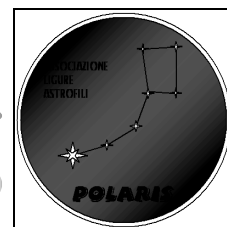
**Andare più veloci della luce?**

*Pietro Planezio (divulgatore scientifico)*



# Energia Solare

di *Pietro Planezio*



Un problema che angustiava tutti i fisici, e gli astronomi in particolare, nell'800, era la sorgente di energia del Sole.

Mentre tutti i tasselli della fisica parevano andare a posto, davano risultati in linea con le aspettative, e prendeva sempre più consistenza il principio di conservazione dell'energia, non si riusciva a capire come facesse il Sole a brillare.

Oramai si sapeva stimare, ragionevolmente bene, la quantità di calore emessa dalla nostra stella. In laboratorio si era capito come e quanto potesse bruciare un combustibile.

Verso la metà dell'800 J. Von Mayer notò che, se anche tutto il Sole fosse stato fatto di carbone, avrebbe potuto produrre energia a quel ritmo per non più di qualche migliaio di anni.

Se il Mondo avesse avuto circa 6000 anni come affermava quello studioso della Bibbia, sarebbe forse bastato (salvo il fatto di doversi, giocoforza, ritenere prossimi allo "spegnimento").

Però ormai la scienza aveva preso un'altra strada, aveva bisogno di un Sole più longevo.

Lo stesso Mayer propose una soluzione: la continua caduta di materia sul Sole avrebbe potuto liberare l'energia necessaria.

Noi sappiamo che un corpo, "scendendo" in un campo gravitazionale, acquista grande velocità, e quindi grande energia cinetica.

Che, per fermarlo, bisogna trasformare in calore.

Per convincersene, basta percorrere una discesa in auto in folle: quando si è in fondo, o ci si schianta, o si hanno i freni roventi.

Lord Kelvin, però, fece notare una grave incongruenza: la continua caduta di materia in quantità sufficiente a mantenere il Sole così caldo, era facilmente calcolabile.

In poco tempo ne avrebbe talmente accresciuto la massa che l'aumentata attrazione gravitazionale avrebbe sensibilmente accelerato la Terra.

Poiché ciò non avveniva, bisognava trovare qualcos'altro.

Però il Sole era ancora lì. E brillava sulle sciagure umane.

Helmholtz e Kelvin stesso studiarono un meccanismo migliore: se il Sole si fosse lentamente rimpicciolito, cioè senza aggiunta di materia, avrebbe lo stesso sviluppato (vedi sopra) una grande quantità di calore.

Ma senza conseguenze sull'orbita terrestre.

Bene, quanto avrebbe potuto durare, così?

Qualche milione di anni. Poco, ancora, ma già meglio. La curiosità che emerge da questo studio è che, per tutto questo tempo, il Sole potrebbe brillare anche se fosse fatto di mattoni.

Comunque era sempre lì, a rompere le uova nel paniere di una fisica che pareva ormai avviata (così si credeva) alla conoscenza del Creato. Certo, si poteva anche rinunciare al principio di conservazione dell'energia.

Non c'è nulla di sacro (per fortuna) nella scienza, ma i fisici ci sono affezionati.

Come si dice, ad uno scienziato strappate via una gamba, ma non il concetto di conservazione.

Perché in fondo è la garanzia di avere a che fare con un Dio che faccia le regole come gli pare, ma poi le rispetti (salvo piccole violazioni locali, chiamate MIRACOLI, fatte ad esclusivo beneficio di persone che naturalmente se ne dichiarano indegne).

Poi arriva la sorpresa.

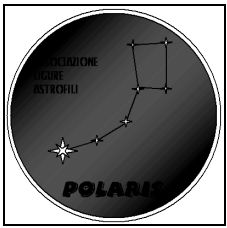
Lo studio della radioattività sveglia il can che dorme.

L'Uranio produce senza motivo apparente un po' di calore.

Poco, in verità, ma, pare, da chissà quando e chissà per quanto.

Dove lo prende? Le reazioni chimiche sviluppano energia dal "riaccomodamento" degli elettroni nelle molecole. Non paiono coinvolti in questa faccenda.

Questa sorgente dev'essere da qualche altra parte: forse nel nucleo?



Probabile! Ed ecco battezzata "l'energia nucleare".

Facciamo ora una considerazione: l'energia che lega qualcosa a qualcos'altro, è NEGATIVA. Cosa significa? Se vogliamo liberarli, dobbiamo fornirgliene.

Per esempio, se vogliamo liberarci dal legame gravitazionale con la Terra, dobbiamo acquistare una grande quantità di energia: basta guardare lo Shuttle per rendersene conto.

E se un meteorite cade sulla Terra, libera una grande quantità di energia, che viene emessa sotto forma di calore. Dopodiché è legato alla Terra stessa.

Siamo agli Anni Venti.

Solo pochi anni prima, dalla Teoria della Relatività di Einstein era emersa una considerazione sconcertante: energia e materia erano due aspetti diversi della stessa cosa, quindi intercambiabili.

La materia poteva divenire energia, e viceversa.

$E=mc^2$  non ha bisogno di presentazioni.

Quindi, in base a questa teoria, il sistema Terra-meteorite pesa un po' meno dei due separati, come anche l'acqua pesa un po' meno di Idrogeno ed Ossigeno presi singolarmente.

Ma frazioni infinitesime, assolutamente non misurabili.

Il grande fisico inglese Arthur Eddington notò che l'Elio pareva formato, in qualche maniera, da 4 atomi di Idrogeno, ma PESAVA UN PO' MENO dei 4 atomi (circa 3,97).

Un po', ma un bel po'.

Allora: ...se quello 0,7% che mancava dall'Elio fosse stato trasformato in energia durante l'unione diventando calore?

Una quantità immensa, confrontata con l'energia sprigionata dalla combustione.

C'era un Sole ricco sia di Idrogeno che di Elio.

Ed i calcoli mostravano che in questo modo ci sarebbe stata energia per miliardi di anni.

Sembrava proprio che avessimo "trovato l'assassino con la pistola ancora fumante in mano".

Certo, ci volle del tempo per capire esattamente come fossero andate le cose, anni di studi.

Una cosa è intuire chi possa essere il colpevole, una cosa è provarlo e ricostruire i fatti.

Ma la strada era stata aperta, e si è poi rivelata proprio quella giusta.

Nel momento stesso in cui esponeva la sua idea, Eddington diceva di rendersi conto che le temperature esistenti nel centro del Sole (qualche milione di gradi) non apparivano sufficienti per quel tipo di reazione.

In effetti, tenendo conto della massa di un protone (nucleo di Idrogeno) e della sua carica elettrica, la sua velocità (conseguenza diretta della sua temperatura) appariva del tutto insufficiente a permettere un avvicinamento significativo tra le particelle.

In pratica, la repulsione elettromagnetica non avrebbe permesso a due protoni di avvicinarsi tra loro, neanche con temperature (e quindi velocità) un bel po' maggiori.

Eddington, con uno stile tutto suo, si dava botta e risposta da solo.

Chiedeva ai fisici di trovare un luogo PIU' CALDO, se ne erano capaci, ed affermava che "l'esistenza dell'Elio è la prova migliore che si può formare".

Ora, da un punto di vista strettamente scientifico, questo è proprio quello che si può definire "un ragionamento a pera". Era chiaro che, se c'era, poteva essersi formato!

Che si fosse però formato così e non altrimenti, era tutto da dimostrare!

Però le sue conclusioni avevano un pregio mica da niente: quello di essere giuste!

Del resto quando il grande Sir Arthur Eddington si metteva in testa qualcosa, dicono, non glielo si levava più neanche col cavatappi!

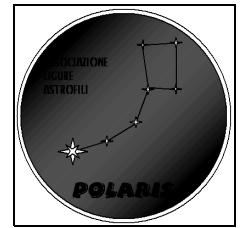
E' rimasto proverbiale il suo rifiuto per la soluzione che Chandrasekar trovò (ed a cui deve la gloria) per la struttura delle Nane Bianche.

La attaccò violentemente prima ancora che fosse pubblicata, e si portò questa sua avversione nella tomba!

Tanto per fare un esempio, qualche malevolo insinua addirittura (chissà, forse non del tutto senza fondamento) che avesse anche "addomesticato un pochino" le misure fatte in occasione della famosa eclisse di Sole.

Quella che egli adoperò per confermare le previsioni della Teoria della Relatività Generale, della quale era entusiasticamente convinto! Mah!

L'idea dominante oggi è che l'Idrogeno diventi Elio attraverso due procedimenti diversi, che operano a temperature diverse in stelle diverse: uno è il cosiddetto ciclo Protone-Protone. Si pensa che sia la principale sorgente di energia del Sole e delle stelle meno brillanti.



Se due protoni vengono a contatto, ed uno diventa un neutrone, si uniscono (con emissione di un antiprotone ed un neutrino), dando luogo al Deuterio, od Idrogeno pesante.

Ora, due protoni NON DOVREBBERO poter venire a contatto se non a temperature molto superiori, in quanto nel centro del Sole sono troppo lenti, e non riescono a vincere la repulsione elettromagnetica, che forma una specie di barriera, chiamata appunto "barriera di potenziale".

Inoltre, la necessaria trasformazione contemporanea del protone in neutrone viene governata da una forza, chiamata Interazione Debole, meno rapida e meno violenta dell'Interazione Forte.

Quindi il discorso sembrerebbe chiuso prima ancora di venire aperto. Però...

Non dobbiamo dimenticare che nel centro del Sole ci sono miliardi di miliardi ecc. di atomi per centimetro cubo, e, alla velocità alla quale si muovono, si scontrano miliardi di volte al secondo. Ora, per un fenomeno statistico della meccanica quantistica chiamato "Effetto tunnel", due nuclei di Idrogeno possono venire, una volta ogni tanto, ad essere molto più vicini di quanto non permetterebbe loro la meccanica classica.

Se contemporaneamente uno dei due diventa un neutrone....

Certo, per un singolo nucleo questo può avvenire una volta in molte decine di miliardi di anni. Ma ce ne sono talmente tanti.... Quindi il Deuterio si forma.

Col contagocce, chiaramente. Ma c'è un esercito sterminato di contagocce, per cui ogni secondo si formano nel centro del Sole circa 4 milioni di tonnellate di Deuterio! (Toh, basta miliardi?).

Ora, questo Idrogeno Pesante è molto più "socievole" dell' Idrogeno normale.

Ha una grande facilità a reagire, tanto che la bomba H la fanno proprio col Deuterio.

Inoltre, se incontra un terzo protone, non dovendo neppure attendere che si trasformi in neutrone, lo acchiappa subito. Così nel giro di pochi secondi nasce l' Elio 3, un isotopo leggero dell'Elio.

Il nucleo col quale l'Elio 3 ha più facilità ad unirsi è un altro Elio 3. Un po' razzista, forse.

Comunque trovare un altro Elio 3 abbastanza veloce da vincere la repulsione elettromagnetica, non è facile. Non ce ne sono poi molti, e generalmente sono troppo lenti.

Può dover aspettare qualche milione di anni. Ma alla fine ce la fa.

Due nuclei di He3 si uniscono, danno Elio 4, ed espellono due protoni, ovvero due nuclei di Idrogeno. Quindi, in sostanza, in fasi alterne e con diverse modalità 6 protoni si sono uniti, per dar luogo ad un nucleo di Elio e due protoni "di resto".

Come già detto, L'Elio pesa un po' meno dei quattro Idrogeni che l'hanno formato, e questo "difetto di massa" si è trasformato in energia.

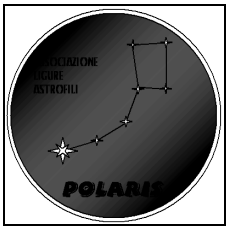
In questo modo il Sole può tirare avanti una decina di miliardi di anni, solo consumando l'Idrogeno che si trova nella sua parte centrale, l'unica in cui temperatura e densità siano sufficienti per sostenere questo tipo di reazione.

Questo meccanismo, come si può facilmente intuire, è estremamente sensibile alla temperatura: piccole variazioni di questa modificano molto la produzione di energia.

Quindi un leggero aumento, per esempio, gonfierebbe subito il Sole, che espandendosi si raffredderebbe, ed abbasserebbe drasticamente la produzione di energia.

Per quanto ne sappiamo, pare che ciò funzioni da termostato quasi alla perfezione.

Altre stelle di diverse caratteristiche usano un altro metodo, anche se il risultato netto è lo stesso. Se nel centro della stella è presente un po' di Carbonio e la temperatura è un po' superiore, può verificarsi un altro tipo di reazione. Discorso se vogliamo inutile, in quanto, per essere la temperatura al centro un po' superiore, la stella deve essere un bel po' più massiccia (pesante) del Sole. Se è più massiccia, è senz'altro anche più giovane (più le stelle sono massicce, meno campano) ed essendo quindi di una generazione successiva, il Carbonio lo contiene di sicuro. In una situazione di questo genere, in tempi successivi quattro nuclei di Idrogeno (protoni) colpiscono questo nucleo di Carbonio 12. Ne vengono assorbiti con una sequenza di eventi, magari abbastanza noiosi, (ne parleremo) trasformandolo prima in Azoto e poi in Ossigeno, ma in una condizione di estrema instabilità, per cui questo Ossigeno 16 sopravvive una volta su un milione, e le altre 999.999 espelle un nucleo di Elio e si ritrasforma in Carbonio 12, tornando alla situazione iniziale.



In questo caso i quattro protoni si sono "dati appuntamento" dentro il nucleo di Carbonio, dove sono arrivati uno alla volta, come al bar, e quando si sono trovati tutti assieme sono usciti, lasciando il bar come lo avevano trovato! Una volta su un milione, come visto, comprano il bar e lo trasformano in un'altra cosa! Ora, questa reazione (detta ciclo C-N-O od anche Ciclo del Carbonio), come quella descritta in precedenza (detta protone-protone) è sensibile alla temperatura, ma in

maniera di gran lunga più elevata.

L'altra aumenta la produzione di energia in maniera grossomodo proporzionale alla quarta potenza della temperatura, e quindi riesce in qualche maniera a restare in equilibrio "radiativo" con l'ambiente che la circonda. Questa aumenta in proporzione addirittura spropositata, quindi non si può raggiungere lo stesso tipo di equilibrio nel centro della stella che viene continuamente rimescolata da moti convettivi.

Comunque, con una reazione o con l'altra, al centro della stella l'idrogeno viene lentamente trasformato in Elio. Con sviluppo di una immensa quantità di calore, che passo passo emerge verso la superficie dell'astro, bilanciando la forza di gravità che tenderebbe a farlo contrarre su se stesso.

Ora si potrebbe fare una breve digressione: al primo impatto con queste cose, ci si immagina il centro del nostro Sole come una gigantesca "Bomba H" che si agita tumultuosamente, tenuta a freno dall'enorme massa che la sovrasta, in cui la produzione di energia sia sfrenata. E che se potessimo riprodurla qui, con le opportune precauzioni, avremmo energia in grandi quantità a ritmi forsennati.

Quindi val la pena di cercare di capire esattamente come sia la situazione al centro della nostra stella. Allora: certo la temperatura è molto superiore ai 10 milioni di gradi. Però quel che determina i movimenti turbolenti non è la temperatura, ma la differenza di temperatura, quello che tecnicamente si chiama gradiente termico. Ora nel centro del Sole, data l'opacità del gas supercompressso e completamente ionizzato, per avere la differenza di temperatura di un solo grado abbiamo bisogno di diverse decine di metri! Quindi il calore fluisce dal centro alla periferia con grande lentezza, molto più lentamente che attraverso un muro di cemento, praticamente senza turbare minimamente la tranquillità del centro del Sole! Ed anche il ritmo al quale l'energia viene prodotta è, dal punto di vista umano, assolutamente insignificante: sembra strano da dire, ma una tonnellata di idrogeno alla temperatura di oltre dieci milioni di gradi, alla pressione di decine di miliardi di atmosfere, con una densità diverse volte superiore a quella del piombo, produce più o meno tanta energia quanto una modesta stufetta elettrica! La forza di questo generatore di energia sta non nel ritmo al quale produce, ma nella sua durata! Questa stufetta da cucina resta accesa per dieci miliardi di anni! La bolletta sarebbe dell'ordine delle migliaia di miliardi di Euro (+ IVA).

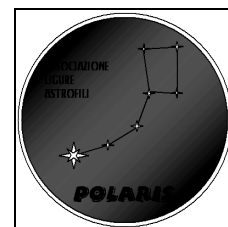
Attenzione, prima di stupirci, facciamo mente locale: Il grano, per fermentazione credo, produce una quantità minima di calore. Un sacco di grano può stare benissimo in piedi appoggiato ad un muro, e non succede niente: il pochissimo calore sviluppato deve superare pochi centimetri, e viene disperso all'esterno. Ma un silos pieno di grano no! Il pur pochissimo calore sviluppato, se non trova sbocco verso l'esterno, si accumula nel centro del carico, lentamente aumenta la temperatura, fino a dar fuoco al tutto! Per evitare questo fatto bisogna continuamente insufflare aria all'interno del grano stivato., in modo da portare via questo calore e non farlo accumulare. Perché un ostacolo di pochi metri di granaglie è già una barriera difficile per il calore. Dal centro alla periferia del Sole ci sono qualcosa come mezzo milione di chilometri di materia. Per superarlo, per bassa che sia la "pendenza", bisogna partire da milioni di gradi. E così possiamo renderci conto del perché il Sole sia così caldo al centro.

Altro ragionamento da fare, che agli addetti ai lavori sembra banale: se una certa quantità di energia viene prodotta per ogni chilo di materiale, succederà che la quantità totale sarà proporzionale al peso e quindi al cubo del raggio. La superficie attraverso cui viene disperso nello spazio circostante è proporzionale alla superficie esterna, cioè al quadrato del raggio. Quindi un oggetto col raggio 10 volte un altro, avrà un volume mille volte maggiore, ed una superficie esterna cento volte maggiore.

Ogni metro quadrato di superficie esterna dovrà perciò smaltire dieci volte più calore, e per farlo dovrà avere una temperatura più alta (quasi il doppio). Un oggetto grande come il Sole, anche se produce pochissimi watt per ogni chilo di materia, per irraggiare questa immensa quantità di energia attraverso una superficie esterna in proporzione così piccola, dovrà raggiungere temperature superficiali di migliaia di gradi. Ed ecco perché il Sole è così caldo in superficie.


Agenda  
di Alessandro Veronesi

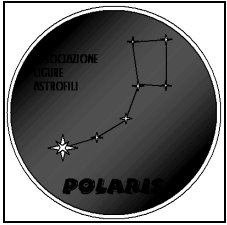
## ASTRO-CALENDARIO



Tutti gli orari sono espressi in ora locale italiana (UT+1) comprensiva di eventuale ora legale (UT+2) e, in caso di tempi dipendenti dal luogo di osservazione, si riferiscono alla città di Genova.

Per i calcoli si utilizza 1 U.A. = 149.597.871 km.

|  | Data       | Giorno                               | Ora   | Evento  | Descrizione   | Luogo                                   |
|--|------------|--------------------------------------|-------|---|---|---|
| <b>MARZO 2008</b>  |            |                                      |       |   |   |   |
|    | Marzo      | 13-(24)-30                           | ---   | <a href="#">Sciami di meteore del mese</a>      | Picchi  |   |
|    | 1-10 Marzo | ( <i>novilunio:<br/>venerdì 7</i> )  | 21.30 | Osservazione del cielo                          |   | Cornua <sup>(*)</sup>                   |
|   | 14 Marzo   | venerdì                              | 21.30 | Osservazione della Luna                         |   | Corso Italia <sup>(*)</sup>             |
|  | 15 Marzo   | sabato                               | 21.30 | Osservazione di Luna e cielo profondo           |   | Piazzale del Monte Fasce <sup>(*)</sup> |
|  | 20 Marzo   | giovedì                              | 06.49 | Equinozio di primavera                          | Distanza Terra-Sole:<br>148.989.860 km<br>Diametro apparente del Sole: 32'07" |   |
| <b>APRILE 2008</b>   |            |                                      |       |   |   |   |
|  | Aprile     | 22-23-28-29                          | ---   | <a href="#">Sciami di meteore del mese</a>      | Picchi  |   |
|  | 1-9 Aprile | ( <i>novilunio:<br/>domenica 7</i> ) | 21.00 | Osservazione del cielo                          |   | Cornua <sup>(*)</sup>                   |
|  | 5 Aprile   | sabato                               | 21.30 | Osservazione di Marte, Saturno e cielo profondo |   | Piazzale del Monte Fasce <sup>(*)</sup> |
|  | 11 Aprile  | venerdì                              | 21.30 | Osservazione della Luna                         |   | Corso Italia <sup>(*)</sup>             |



## CALENDARIO LUNARE & APSIDI

Tutti gli orari sono espressi in ora locale italiana (UT+1) comprensiva di eventuale ora legale (UT+2) e, in caso di tempi dipendenti dal luogo di osservazione, si riferiscono alla città di Genova.  
 Il giorno in cui l'evento si verifica è riferito all'orario indicato nella colonna "Ora", evidenziata con un colore diverso.

Legenda per le abbreviazioni nella colonna 'Descrizione':

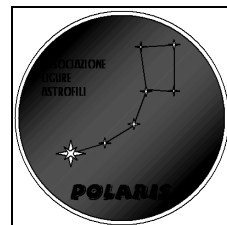
**D** = distanza Terra-Luna (in km)

**Ø** = diametro apparente della Luna

**S C T** = sorgere, culminazione, tramonto della Luna

*limiti assoluti degli apsi: 356.375 km (33'31") - 406.720 km (29'22")*

| Data               | Giorno    | Ora   | Luna        | Fase          | Descrizione         |         |         |
|--------------------|-----------|-------|-------------|---------------|---------------------|---------|---------|
| <b>MARZO 2008</b>  |           |       |             |               |                     |         |         |
| 7 Marzo            | venerdì   | 18.14 |             | Luna Nuova    | S 06.36             | C 12.21 | T 18.18 |
| 10 Marzo           | lunedì    | 22.30 | <b>PERI</b> | Perigeo       | D 366.325, Ø 32'37" |         |         |
| 14 Marzo           | venerdì   | 11.46 |             | Primo Quarto  | S 10.20             | C 18.44 | T 02.08 |
| 21 Marzo           | venerdì   | 19.40 |             | Luna Piena    | S 18.36             | C 00.34 | T 06.03 |
| 26 Marzo           | mercoledì | 21.07 | <b>APO</b>  | Apogeo        | D 405.059, Ø 29'30" |         |         |
| 29 Marzo           | sabato    | 22.47 |             | Ultimo Quarto | S 01.58             | C 06.01 | T 10.06 |
| <b>APRILE 2008</b> |           |       |             |               |                     |         |         |
| 6 Aprile           | domenica  | 05.55 |             | Luna Nuova    | S 06.42             | C 13.36 | T 20.45 |
| 7 Aprile           | lunedì    | 21.22 | <b>PERI</b> | Perigeo       | D 361.096, Ø 33'06" |         |         |
| 12 Aprile          | sabato    | 20.32 |             | Primo Quarto  | S 11.31             | C 19.38 | T 02.55 |
| 20 Aprile          | domenica  | 12.25 |             | Luna Piena    | S 20.41             | C 00.57 | T 06.05 |
| 23 Aprile          | mercoledì | 11.22 | <b>APO</b>  | Apogeo        | D 405.921, Ø 29'26" |         |         |
| 28 Aprile          | lunedì    | 16.12 |             | Ultimo Quarto | S 02.49             | C 07.25 | T 12.09 |



## PROGRAMMA

*Giovedì 21 febbraio ore 21 - Sede*  
Presentazione e introduzione al corso

*Giovedì 28 febbraio ore 21 - Sede*  
In viaggio per il Sistema Solare

*Giovedì 6 marzo ore 21 - Sede*  
Le stelle: fornaci del cosmo

*Giovedì 13 marzo ore 21 - Sede*  
Uno sguardo al cielo – parte I  
le costellazioni: riconoscimento

*Giovedì 27 marzo ore 21 - Osservazione (loc. Cornua)*  
Osservando il cielo – parte I (occhio nudo e binocoli)  
orientamento, riconoscimento costellazioni, mitologie

*Giovedì 3 aprile ore 21 - Sede*  
Breve storia dell'Universo  
dall'inizio ai giorni nostri

*Giovedì 10 aprile ore 21 - Sede*  
Qualcosa sulla Luna

*Giovedì 17 aprile ore 21 - Sede*  
Uno sguardo al cielo – parte II  
il cielo profondo (nebulose, galassie, ammassi...)

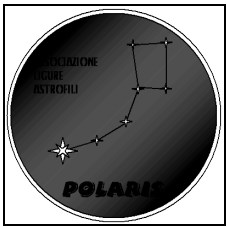
*Giovedì 24 aprile ore 21 - Osservazione (loc. Cornua)*  
Osservando il cielo – parte II (telescopi)  
cenni pratici sugli strumenti e osservazione del cielo profondo

*Giovedì 8 maggio ore 21*  
Serata conclusiva: consegna attestati

Sede: Piazza Palermo, 10b - Genova  
tel.: 346/2402066

e-mail: [info@astropolaris.it](mailto:info@astropolaris.it)  
web: <http://www.astropolaris.it>

Iscrizione al corso: 40 Euro  
La quota comprende per il 2008:  
- iscrizione all'Associazione  
- serate osservative con telescopi  
- accesso alla biblioteca sociale  
- abbonamento al Notiziario  
- incontri di approfondimento



## ATTIVITA' IN SEDE

Tutti gli incontri in Sede sono dedicati ai Soci.  
Chiunque sia interessato può assistere *senza impegno* a qualche incontro, e in seguito iscriversi se intende partecipare regolarmente.

**Luogo:** Sede sociale - Piazza Palermo 10/b.

**Orario:** 21-23.

**Frequenza:** tutti i Venerdì, eccetto festività e casi specifici.

**N.B.:** Il presente programma può subire variazioni.

Vi invitiamo a frequentare la Sede tutti i Venerdì dalle ore 21 alle ore 23, o a contattarci telefonicamente o via [e-mail](mailto:info@astropolaris.it) per maggiori informazioni.

| Data               | Giorno  | Attività    | Titolo  |
|--------------------|---------|-------------|---|
| <b>MARZO 2008</b>  |         |             |   |
| <b>7 Marzo</b>     | Venerdì | Incontro    | <b>Maratona Messier Quiz - M. Margiocco</b>                 |
| <b>14 Marzo</b>    | Venerdì | Oss. Luna   | <b>(Corso Italia) (Sede aperta in caso di maltempo)</b>     |
| <b>21 Marzo</b>    | Venerdì | SEDE CHIUSA | <b>BUONA PASQUA!!!</b>                                      |
| <b>28 Marzo</b>    | Venerdì | ASSEMBLEA   | <b>Assemblea Ordinaria annuale dei Soci</b>                 |
| <b>APRILE 2008</b> |         |             |   |
| <b>4 Aprile</b>    | Venerdì | Incontro    | <b>Strumenti e metodi - parte I - M. Saroglia</b>           |
| <b>11 Aprile</b>   | Venerdì | Oss. Luna   | <b>(Corso Italia) (Sede aperta in caso di maltempo)</b>     |
| <b>18 Aprile</b>   | Venerdì | Incontro    | <b>Alice nel paese dei quanti - parte II - M. Margiocco</b> |
| <b>25 Aprile</b>   | Venerdì | SEDE CHIUSA | <b>***</b>  |



**ASSOCIAZIONE LIGURE ASTROFILI POLARIS**  
ONLUS - Piazza Palermo 10/b (cancello) - 16129 GENOVA - tel. 346/2402066

<http://www.astropolaris.it>

**il punto di partenza per navigare  
nel mondo dell'astronomia**