

GRUPPO ASTRONOMICOTRADATESE

LETTERA N. 151

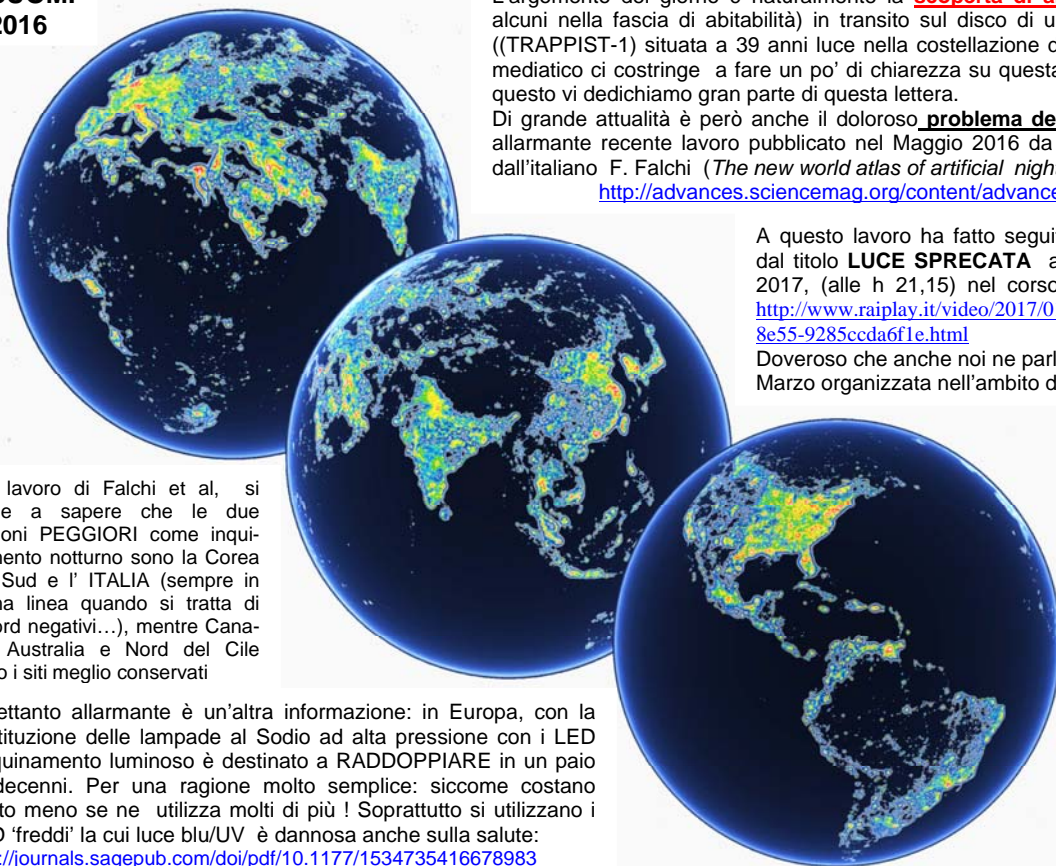
43° ANNO

Marzo-Aprile 2017

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci

SUOMI
2016



Dal lavoro di Falchi et al, si viene a sapere che le due nazioni PEGGIORI come inquinamento notturno sono la Corea del Sud e l' ITALIA (sempre in prima linea quando si tratta di record negativi...), mentre Canada, Australia e Nord del Cile sono i siti meglio conservati

Altrettanto allarmante è un'altra informazione: in Europa, con la sostituzione delle lampade al Sodio ad alta pressione con i LED l'inquinamento luminoso è destinato a RADDOPPIARE in un paio di decenni. Per una ragione molto semplice: siccome costano molto meno se ne utilizza molti di più! Soprattutto si utilizzano i LED 'freddi' la cui luce blu/UV è dannosa anche sulla salute:
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1534735416678983>

L'argomento del giorno è naturalmente la scoperta di almeno 7 pianeti terrestri (dei quali alcuni nella fascia di abitabilità) in transito sul disco di una nana rossa di 0,08 masse solari ((TRAPPIST-1) situata a 39 anni luce nella costellazione dell' Acquario. Il gran clamore anche mediatico ci costringe a fare un po' di chiarezza su questa scoperta comunque importante: per questo vi dedichiamo gran parte di questa lettera.

Di grande attualità è però anche il doloroso problema dell'inquinamento luminoso, dopo un allarmante recente lavoro pubblicato nel Maggio 2016 da un folto gruppo di ricercatori guidati dall'italiano F. Falchi (*The new world atlas of artificial night sky brightness*)

<http://advances.sciencemag.org/content/advances/2/6/e1600377.full.pdf>

A questo lavoro ha fatto seguito un bellissimo e serissimo servizio dal titolo **LUCE SPRECATA** andato in onda su RAI3 il 9 Gennaio 2017, (alle h 21,15) nel corso del programma PRESA DIRETTA:
<http://www.raiplay.it/video/2017/01/Luce-sprecata-21500651-ca8f-4922-8e55-9285ccda6f1e.html>

Doveroso che anche noi ne parlassimo: lo faremo nella serata del 27 Marzo organizzata nell'ambito del Festival della Cultura 2017

La verità è che l'inquinamento luminoso impedisce ormai ad 1/3 dell' Umanità di vedere la Via Lattea! Questo è il drammatico risultato dell'ultima mappatura mondiale dell' inquinamento luminoso realizzata a partire dalle immagini del satellite *Suomi National Polar orbiting Partnership* lanciato dalla NASA il 28 Ottobre 2011. A questo si aggiunge il recente problema dei LED freddi non solamente perché deturpano ulteriormente il cielo stellato ma anche perché ci sono studi (molto SERI) che dimostrano come la luce fredda abbia anche gravi conseguenze biologiche (es. sulla secrezione di melatonina

Passiamo adesso alle nostre iniziative di Marzo-Aprile 2017, con particolare riferimento all'inquinamento luminoso (all' Italia il record mondiale...) ed alle recenti clamorose novità sui pianeti extrasolari.

Lunedì 20 Marzo 2017 h 21 Cine-GRASSI	<i>Conferenza del dott. Fabio PERI (Direttore del Planetario di Milano) sul tema</i> <u>LA FISICA DI STAR TREK.</u> Viaggi stellari oltre la velocità della luce, tunnel galattici che superano le barriere dello spazio e del tempo, esseri di altri mondi e tecnologie di un prossimo futuro: fino a che punto l'universo immaginato da Star Trek potrebbe diventare realtà? Motore a curvatura, viaggi nel tempo, teletrasporto.. DA NON PERDERE !
Lunedì 27 Marzo 2017 h 20,45 (nota bene) Cine GRASSI	<i>Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema</i> <u>INQUINAMENTO LUMINOSO: UN MALE DA COMBATTERE.</u> Nell'ambito di una settimana che il Tavolo della Cultura di Tradate ha voluto dedicare per il 2017 alla LUCE, si parlerà, con il supporto di impressionanti immagini spaziali, di uno dei massimi drammi ecologici del nostro tempo, che vede purtroppo l' Italia tra i principali negativi protagonisti.
Lunedì 10 Aprile 2017 h 21 Cine- GRASSI	<i>Serata a cura di Giuseppe MACALL e Giuseppe PALUMBO sul tema</i> <u>LA STORIA SEGRETA DI JURI GAGARIN.</u> Il 12 Aprile 1961 l'astronauta sovietico Juri Gagarin venne lanciato nello spazio da un razzo Vostok, diventando il PRIMO uomo ad orbitare attorno alla Terra per 108 minuti. Per ricordare questo evento verrà proiettato un bellissimo film-documentario prodotto in Russia nel 2013 con lo scopo di ricordare non solo l'astronauta (con documenti originali) ma anche l'uomo Gagarin (con ricostruzioni filmate).
Lunedì 24 Aprile 2016 h 21 Cine-GRASSI	<i>Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema</i> <u>PRIME FOTO DIRETTE DI PIANETI EXTRASOLARI.</u> La visione diretta di esopianeti è resa difficile dalla luce abbagliante della stella centrale. Ma negli ultimi anni, l'introduzione di tecnologie rivoluzionarie (ottiche adattive + coronografi) ha permesso ai massimi telescopi della Terra di acquisire le prime immagini DIRETTE di decine di esopianeti ed anche di studiarne la composizione superficiale. Si parlerà anche del clamoroso caso di TRAPPIST-1.

La Segreteria del G.A.T.

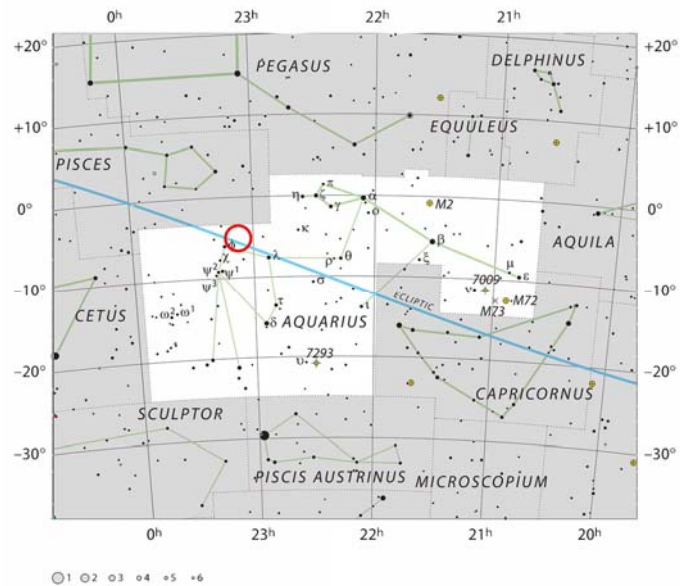
1) IL PROGETTO TRAPPIST.

Alla fine del 2016 erano stati scoperti 3449 pianeti extrasolari. Di questi 1264 sono oggetti nettuniani (giganti ghiacciati), 1043 sono oggetti gioviani (giganti gassosi), 781 sono oggetti di poche masse terrestri (super-Terre), solo 348 sono oggetti di massa terrestre (meno del 10% si trovano nella fascia di abitabilità della loro stella, ossia ad una distanza tale che su di essi ci possa essere acqua liquida) e per i rimanenti 13 non ci sono dati sufficienti per definirne la natura. Va aggiunto che il 17,6% degli attuali esopianeti è stato scoperto col metodo Doppler RV (oscillazione radiale delle linee spettrali della stella che, in conseguenza della rivoluzione di un suo eventuale pianeta, si muove attorno al baricentro comune del sistema). Il metodo RV è lungo e complesso e tanto più efficiente quanto maggiore è la massa di un pianeta, quindi si presta assai poco alla scoperta di pianeti di massa terrestre. Invece ben il 79% degli attuali esopianeti è stato scoperto col metodo fotometrico dei transiti (micro-diminuzione della luce della stella per il passaggio di un pianeta sul suo disco). Il fatto che statisticamente i transiti siano molto rari (1-2%) viene bypassato dall'osservazione di un gran numero di pianeti: è il caso della sonda Kepler che dal 2009 al 2012, ha scoperto quasi 3000 pianeti transitanti scrutando qualcosa come 250 mila stelle della costellazione del Cigno. Il restante 3,4% è stato scoperto per microlensing gravitazionale oppure per immagini dirette. In definitiva dunque, il metodo dei transiti, che tra l'altro è l'unico che fornisce informazioni sulle dimensioni di un pianeta, è quello che ormai fornisce i risultati numericamente più promettenti. Per questo sono nati nel mondo decine di strumentazioni di modeste dimensioni (10-60 cm) che cercano automaticamente pianeti transitanti puntando centinaia o migliaia di stelle.

Una di queste strumentazioni è stata allestita nel Giugno 2010 da Michael Gillon (*Institut d'Astrophysique et Géophysique* dell'Università EUROPEA di Liegi) nel famoso sito cileno di La Silla (deserto di Atacama). Gillon utilizzò una vecchia cupola dismessa (c'era un 70 cm svizzero) per collocarvi un telescopio robotico da 60 cm (ossia manovrabile in remoto) denominato TRAPPIST (TRANSITING PLANETS AND PLANETSIMALS SMALL TELESCOPE): come si intuisce dal nome, il progetto era quello di studiare fotometricamente una cinquantina di nane rosse vicine (entro 40-60 anni luce) alla ricerca di pianeti transitanti. Era l'anteprima di un progetto molto più importante, denominato SPECULOOS (*Search for habitable Planets ECLIPsing ULtra-coOL Stars*), che dal 2017, utilizzando quattro telescopi da 1 metro in varie postazioni tra cui Paranal, cercherà transiti planetari su almeno 500 nane rosse (massa di circa 0,1 masse solari) nel raggio di 100 anni luce.

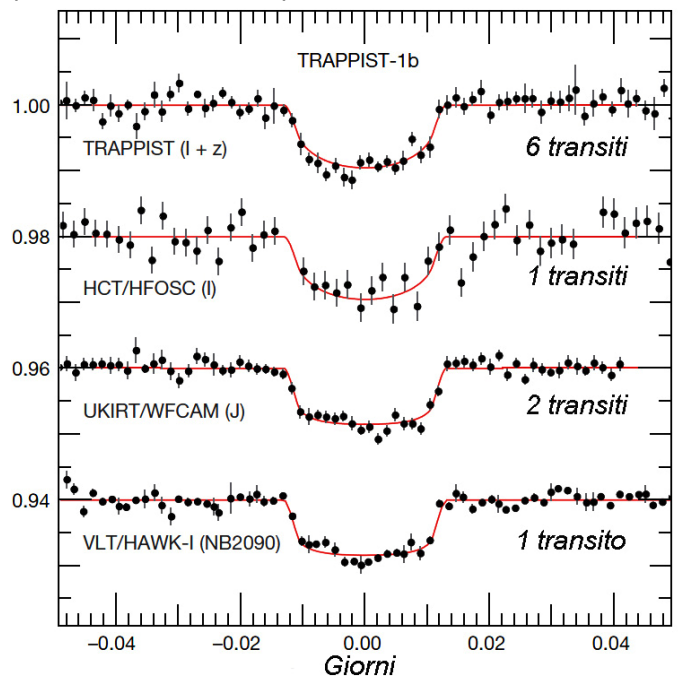


La scelta delle nane rosse è STRATEGICA: sono il 75% delle stelle della Via Lattea ed essendo di BASSA luminosità permettono di rivelare meglio (fotometricamente) i cali di luce indotti dal transito su di esse di eventuali dischi planetari anche piuttosto piccoli. I primi risultati, molto incoraggianti, vennero pubblicati nel Maggio 2016 (*NATURE*, 533, pp221-24 +Supplemento) e riguardano la stella 2MASS J23062928 - 0502285 (poi denominata TRAPPIST-1), una nana rossa di $m=18,8$ a 39 anni luce di distanza nell'Aquario, di 0,08 masse solari, avente temperatura di circa 2300°C ed età di 0,5 miliardi di anni:

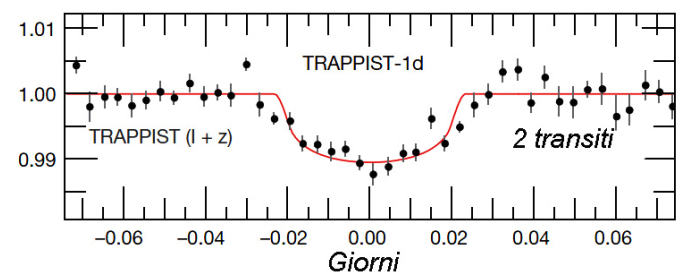


Una lunga ricerca (245 h su 62 notti tra il 17 Settembre e il 28 Dicembre 2015, con misure ogni 1,2 minuti a 0,9 micron) di pianeti in transito sul disco della TRAPPIST-1 (cui hanno partecipato, assieme al telescopio TRAPPIST, uno dei VLT di Paranal, l'IRTF delle Hawaii e l'indiano HCT) evidenziò cali ripetitivi nella luce della stella compatibili con la presenza di due pianeti di taglia 'terrestre' (b, c) ruotanti attorno alla stella in soli 1,5 e 2,4 giorni (!), quindi torridi in quanto vicinissimi alla stella centrale (distanza compresa tra 1,5 e 2 milioni di km).

Ecco, per esempio, le curve di luce di 10 transiti del primo pianeta (denominato TRAPPIST-1b):

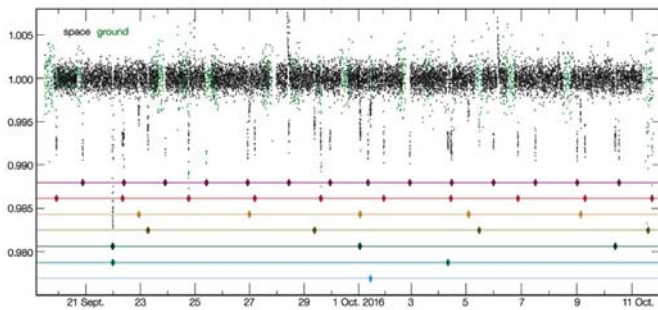


In più c'era il sospetto (basato solo su due transiti) di un terzo pianeta (d) più lontano (periodo stimato di 18 giorni):



2) I SETTE PIANETI DI TRAPPIST-1.

Nelle curve di luce di TRAPPIST-1b e TRAPPIST-1c c'erano delle IRREGOLARITA' molto sospette, che fecero pensare a Gillon che altri pianeti si nascondessero da quelle parti. Per scovarli era però necessaria una campagna osservativa CONTINUATIVA (ossia senza interruzioni giorno/notte) da parte di qualche strumento che magari fosse anche adatto a misurare la importante porzione infrarossa della luce della stella. Questo strumento è stato individuato nel telescopio infrarosso orbitante SPITZER (85 cm di specchio) che la NASA aveva messo in orbita il 25 Agosto 2003 con un sistema refrigerante ad Elio liquido (-240°C) esauritosi nel 2009. Da allora sono rimasti attivi solo due filtri infrarossi (3,6 e 4,5 micron) su 4 (3,6-4,5-5,8-8,0). Ebbene il responsabile di SPITZER Sean Carey (coadiuvato dalla planetologa Sara Seager) ha accettato di mettere a disposizione il satellite infrarosso dal 19 Settembre al 10 Ottobre 2016, per quasi 500 ore continue a 4,5 micron. Con risultati eclatanti, pubblicati il 23 Febbraio 2017 in un articolo che ha fatto il giro del mondo (*NATURE*, 542, pp 456-460 + Supplementi). Ecco l'intera curva di luce ottenuta da SPITZER, dove ogni diminuzione (dell'ordine dello 0,1% !) corrisponde al transito di un pianeta (i 7 colori indicano 7 differenti tipologia di diminuzioni di luce, ossia 7 diversi pianeti transitanti):



I brevi intervalli dove SPITZER doveva interrompersi per qualche ragione (tarature, puntamento) vennero colmati da una serie di altri telescopi situati un po' dovunque nel mondo:

STRUMENTI	Ore di lavoro	Anno	Numero di curve di luce	Filtri	Numero di transiti
TRAPPIST-South	677.9	2013, 2015, 2016	214	I+z	b: 13, c: 1, d: 3, e: 5, f: 3, g: 4
Spitzer/TRAC	476.8	2016	30	4.5 μm	b: 16, c: 11, d: 5, e: 2, f: 3, g: 2, h: 1
TRAPPIST-North	206.7	2016	75	I+z	b: 4, c: 3, e: 1
LT/IO:O	50.3	2016	10	z'	b: 1, e: 1, f: 1, g: 1
UKIRT/WFCAM	34.5	2015, 2016	9	J	b: 4, c: 3
WHT/ACAM	25.8	2016	4	I	b: 1, c: 1, d: 1
SAAO-1m/SHOC	10.7	2016	5	z'	None
VLT/HAWK-I	6.5	2015	2	NB2090	b: 1, c: 1, e: 1, f: 1
HCT/HFOSC	4.8	2016	1	I	b: 1
HST/WFC3	3.9	2016	1	G141 (1.1-1.7 μm)	b: 1, c: 1

I vari telescopi 'ausiliari' si trovavano in Marocco (TRAPPIST-Nord), a La Palma nelle Canarie (LT, WHT), alle Hawaii (UKIRT), in India (HCT), a Paranal (VLT), in Sud Africa (SAAO) ed anche nello spazio (HST).

Oltre alla conferma dei tre pianeti già scoperti l'anno prima dal telescopio TRAPPIST, il contributo di SPITZER ha permesso la scoperta di altri 4 (e, f, g, h) portando a 7 il numero globale (un record !). I pianeti sono tutti sullo stesso piano e ruotano circolari vicinissimi alla stella centrale (tra 1 e 9 milioni di km) in tempi ovviamente assai brevi (gli 'anni' lassù vanno da 1 a 20 giorni). Va però ricordato che essendo la stella centrale una nana rossa, questa vicinanza non è per nulla letale alla temperatura superficiale dei vari pianeti. Addirittura (e questa è la cosa forse più interessante) 3 o 4 di questi 7 pianeti (d, e, f e meno probabilmente g) si trovano nella cosiddetta 'fascia di abitabilità'

di TRAPPIST-1, ossia in una regione dove, in condizioni opportune che specificheremo fra poco, la temperatura permetterebbe all'eventuale acqua di rimanere in forma liquida:



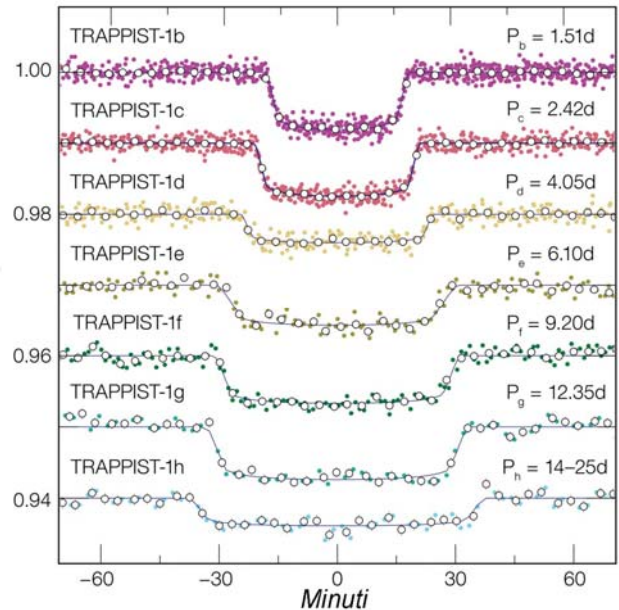
Ecco una tabella semplificata delle principali caratteristiche fisiche dei vari pianeti:

Proprietà fisiche del sistema planetario di TRAPPIST-1

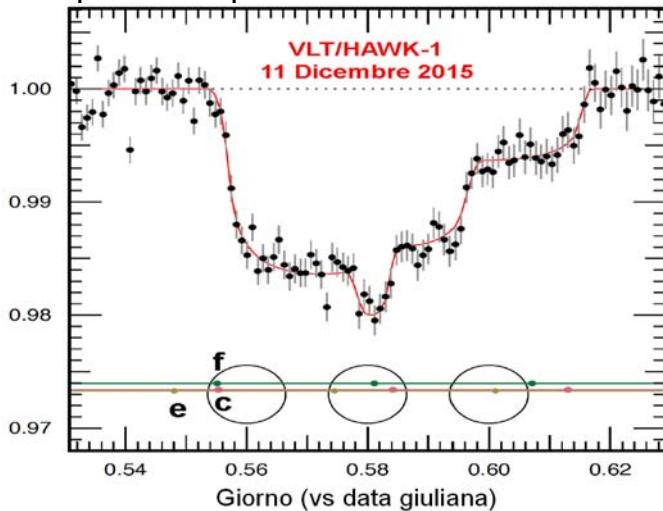
Pianeti	Masse (terrestre)	Raggi (terrestre)	Periodo (giorni)	Distanza (10 ⁶ km)	Energia ricevuta (vs Terra)	Temperatura di equilibrio* (°C)	Incl. orbita (°)
b	0,85	1,09	1,51	1,65	4,25	127	89,41
c	1,38	1,06	2,42	2,25	2,27	68	89,5
d	0,41	0,77	4,05	3,15	1,14	15	89,87
e	0,62	0,92	6,10	4,2	0,66	-22	89,86
f	0,68	1,04	9,21	5,55	0,38	-54	89,68
g	1,34	1,13	12,35	6,75	0,26	-75	89,71
h	-	0,76	20 ± 10	~9	0,13	-105	89,80

* temperatura in ASSENZA di Atmosfera (Mercurio= +164°C, Terra= -17°, Marte= -55°C)

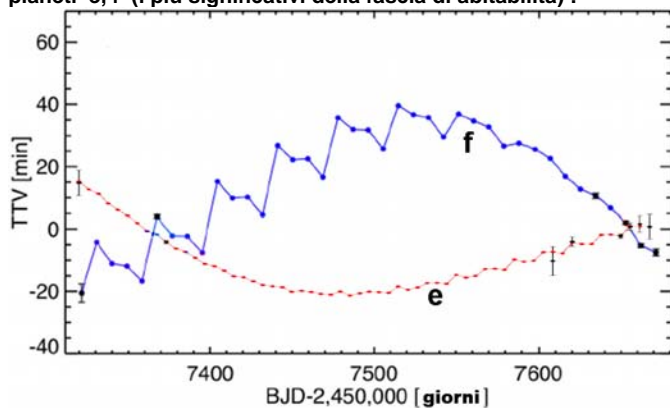
Come si vede (seconda colonna) la dimensione (dedotta dalla profondità dei cali di luce) di tutti i pianeti è simile a quella della Terra. Ma il problema vero era definire la TIPOLOGIA di questi pianeti (rocciosi come la Terra o gassosi come Giove ?). Per far questo era necessario conoscere la loro DENSITA' che, come noto, si calcola facendo il rapporto massa/volume. Ebbene, il VOLUME (deducibile dalla dimensione del disco) era facilmente calcolabile dalla intensità dei vari cali di luce:



Un contributo modesto (6,5 h) ma estremamente interessante è venuto dal VLT-2 di Paranal che è riuscito (per la prima volta!) a riprendere una curva di luce complessa, frutto del transito contemporaneo di tre pianeti:



Ma che dire della MASSA? Il calcolo è stato possibile in base ai cosiddetti TTR (Transit Time Variation) ossia ai ritardi (o agli anticipi) sulla ripetitività dei cali di luce, indotti su ogni pianeta dalla MASSA dei pianeti vicini. Ecco, per esempio, il caso dei pianeti e, f (i più significativi della fascia di abitabilità) :



Come si vede, rispetto a transiti che si ripetano in maniera molto regolare (TTV= 0 minuti) si hanno variazioni in ritardo fino a 40 minuti ed in anticipo fino a 20 minuti.

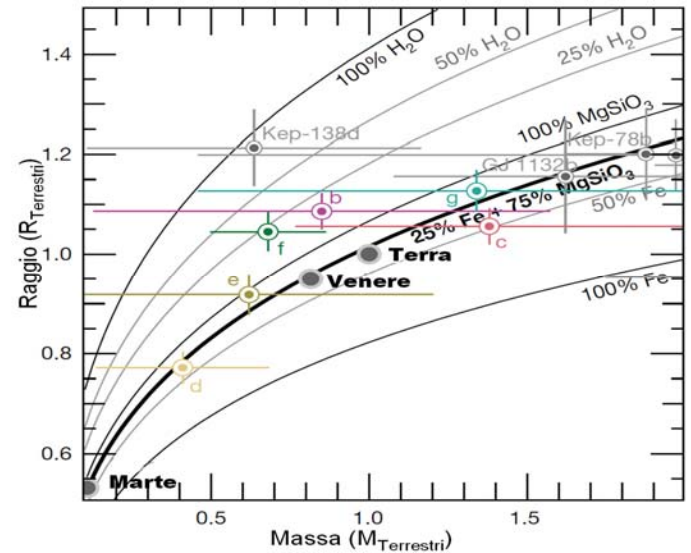
3) VITA SUI PIANETI DI TRAPPIST-1?

Da questi e da tutti gli altri TTV si è così visto che la massa dei vari pianeti 'trappisti' va da 0,5 a 1,4 masse terrestri: dati importantissimi che, abbinati alle dimensioni volumetriche (dedotte, come detto prima, dall'intensità dei transiti) dimostrano che TUTTI i 7 pianeti hanno composizione rocciosa con una certa % di acqua. Lo dimostra un modello pubblicato nel 2016 da Zeng L. et al (*Mass-radius relation for rocky planets based on PREM*, *Astrophys. J.* **819**, 127 (2016), dal quale è possibile ricavare che TRAPPIST-1d, 1e, 1f hanno una composizione simile a quella della Terra (e di Venere). Per contro TRAPPIST-1f potrebbe avere una composizione molto ricca di acqua (25% !): se si considera che la Terra 'sembra' ricoperta di acqua pur avendone solo lo 0,1% in massa, se ne deduce che TRAPPIST-1f deve essere un pianeta completamente coperto da un profondissimo oceano.

Lo stesso modello fa anche la previsione di pianeti completamente ferrosi (dei quali, fin'ora non ci sono però stati riscontri sul campo) e addirittura di pianeti completamente costituiti da acqua (è il caso del pianeta transitante Kepler 138d, un oggetto di massa marziana in orbita, con periodo di rivoluzione di 23 giorni, attorno ad una nana rossa di 0,57 masse solari distante 214 a.l. nella Lira).

La minima distanza dalla nana rossa centrale (2-6 milioni di km) fa sì che essa appaia 10 volte più grande che il Sole dalla Terra. Inoltre la minima distanza dei pianeti tra loro fa sì che nel cielo di ciascuno gli altri pianeti appaiano grandi come la Luna piena: uno spettacolo celeste a dir poco impressionante !

Ecco, di seguito, un grafico riassuntivo, che riporta, per confronto, anche i tre pianeti nella fascia di abitabilità del Sole:



In definitiva, nella 'zona di abitabilità' di TRAPPIST-1 (tra 4 e 7 km dalla stella) esistono 3 o 4 pianeti di tipo TERRESTRE. Da qui lo scatenamento dei media di tutto il mondo, che hanno insistentemente parlato non tanto di pianeti 'abitabili' quanto invece di pianeti ABITATI.

Su questo punto val la pena di fare qualche importante considerazione.

Innanzitutto (vedi tabella) la temperatura di equilibrio dei pianeti abitabili va da +15 a -75 °C, quindi è bassissima. Questo fatto non deve spaventare più di tanto se si considera che anche la Terra ha una temperatura di equilibrio di -17°C. Ma sulla Terra la presenza di atmosfera innesca un importante effetto serra che, in realtà, innalza la temperatura ambiente di almeno 30-40°C. Quindi i pianeti 'trappisti' diventerebbero abitabili se si potesse dimostrare che possiedono un congruo guscio atmosferico. Ma finora sulla presenza di atmosfera NON ci sono indizi né in positivo né in negativo. Le atmosfere sono comunque tipiche dei pianeti 'terrestri', quindi è possibile che questa atmosfera ci sia: toccherà allo Space Telescope (HST) oppure ai futuri grandi telescopi terrestri fare misure spettroscopiche in questo senso. In realtà, il 4 Maggio 2016, in occasione di un transito contemporaneo dei pianeti b e c, HST (camera WFC3) tentò una spettrografia differenziale (spettro TRAPPIST-1 + pianeti - spettro nana rossa) nella regione 1,1-1,7 micron (J.de Wit et al., *A combined transmission spectrum of the Earth-sized exoplanets TRAPPIST-1 b and c*, *NATURE*, **537**, pp 69-72 + Supplemento) Con un risultato abbastanza interlocutorio: si poteva escludere che attorno ai due pianeti ci fosse la fuga di gas Idrogeno (era quindi da escludere che si trattasse di pianeti gioviani o nettuniani) e c'erano indizi della presenza di acqua. Ulteriori misure sono quindi necessarie ed HST è già attivato al proposito. E solo se si dimostrerà con certezza la presenza di atmosfera si potrà parlare di condizioni superficiali ABITABILI, ossia tali da mantenere liquida l'acqua eventualmente presente.

Ma anche in questo caso, parlare di forme di vita da quelle parte è assolutamente imprudente. Il problema è che l' estrema vicinanza dei pianeti alla nana rossa fa sì che essi siano legati gravitazionalmente alla stella centrale, mostrandole sempre la stessa faccia (come la Luna con la Terra). Di conseguenza l'emisfero illuminato finisce per diventare torrido, mentre l'emisfero in ombra diviene gelido, con enormi differenze di temperature che devono stimolare venti perenni e violentissimi: un clima semplicemente terribile !

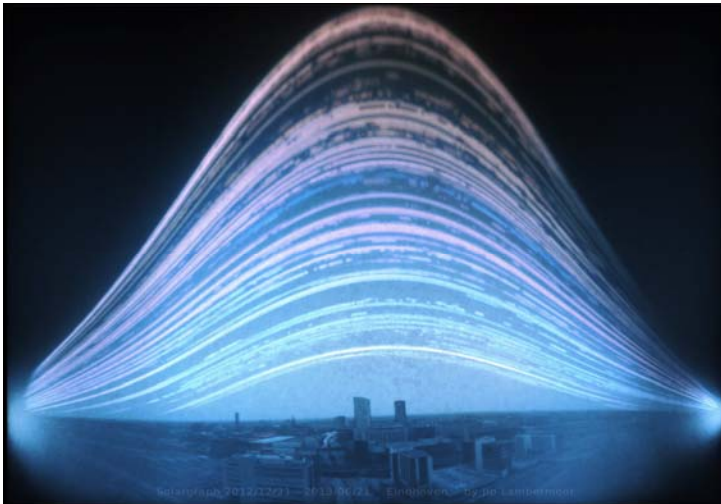
Un altro fatto decisivo è la già ricordata giovane età della TRAPPIST-1, quindi dei suoi pianeti: circa 500 milioni di anni. Questo lasso di tempo sembra assolutamente inadeguato perché si possano formare forme di vita anche molto semplici. E questo ce lo insegna il nostro pianeta, dove le stime più ottimistiche per le prime forme di vita parlano di 3,5-3,7 miliardi di anni fa, ossia un tempo più o meno doppio a quello della TRAPPIST-1 (si ricordi che il Sole e la Terra nacquero 4,5 miliardi di anni fa).

Fotografare l'analemma

A cura di Paolo BARDELLI

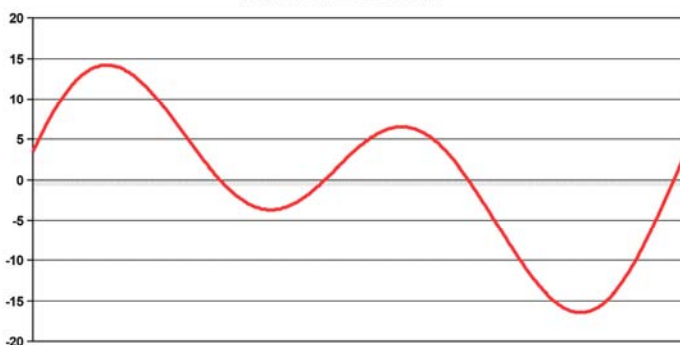
UN DAVVERO LAVORO ESEMPLARE, da Gennaio 2017 anche su http://spaceweathergallery.com/indiv_upload.php?upload_id=132213&PHPSSES_SID=t8mhthp5eht8o0urfinikomo6

Il Sole, la nostra Stella, tutti i giorni sorge e tramonta, descrivendo un arco in cielo. Col passare dei mesi ci possiamo rendere conto della differente durata delle ore di luce, che aumentano andando incontro al solstizio estivo per poi calare nella seconda parte dell'anno. La causa è la variazione dell'ampiezza di questi archi, che può essere ripresa con un metodo molto semplice: all'interno di un contenitore cilindrico a tenuta di luce, si inserisce una carta sensibile. Occorre poi praticare un piccolo foro di fronte alla carta, che andrà orientato in direzione del Sole. In base al principio del foro stenopeico, la luce solare impressiona la carta lasciando ogni giorno (nubi permettendo) una traccia via via differente. Dopo un anno la carta viene estratta e sviluppata. Il risultato è un grafico Solare (o "Solargraph", fig. 1).



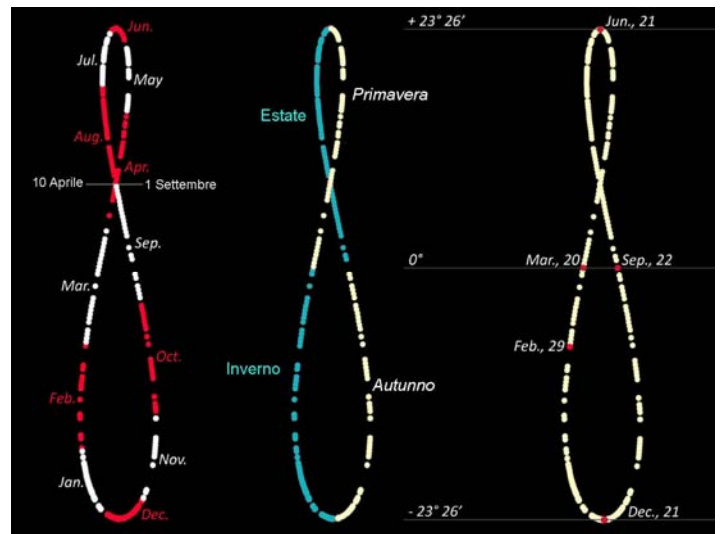
Ma il movimento apparente del Sole non è regolare. A complicare le cose sono le leggi di Keplero, che dicono che i Pianeti descrivono orbite ellittiche attorno al Sole, e si muovono a velocità differenti in funzione della loro posizione (afelio o perielio). Il Sole quindi, a una data ora, non si trova mai alla stessa longitudine degli altri giorni, ma presenta dei piccoli anticipi o ritardi compresi entro ± 15 min, con massimi a febbraio e novembre. Questo fenomeno ("equazione del tempo", fig.2) non è percepibile, ma può essere fotografato:

EQUAZIONE DEL TEMPO



In teoria, è sufficiente eseguire uno scatto tutti i giorni alla stessa ora con la macchina fotografica nella medesima posizione. Sommando tutti gli

scatti di un anno si ottiene come risultato l'analemma solare (o "lemniscata", fig.3):



La realizzazione presenta però diversi problemi. Occorre innanzitutto curare che l'inquadratura contenga il movimento completo del Sole e la macchina sia posizionata in modo permanente. Inoltre, in mancanza di qualcuno che fisicamente tutti i giorni scatti una foto con una precisione di qualche secondo, è necessario automatizzare il sistema. Per tentare questa vera e propria sfida mi sono servito di una vecchia Canon 350d munita di zoom 18/55 mm. alla focale minima. Trovata la posizione ottimale, ho sistemato la reflex in una scatola stagna munita di un piccolo oblò dotato di un filtro solare (astrosolar). Un ulteriore coperchio di compensato marino dipinto con smalto bianco contenente microsfere di vetro (che riflettono parte della radiazione infrarossa), fissato sopra il contenitore, è servito per evitare surriscaldamenti della macchina in estate, essendo esposta in pieno Sole:



"Arduino" è una piccola scheda elettronica dotata di una serie di entrate e uscite configurabili a piacere. Grazie all'amico Luca Carlana, è stato possibile programmare questa scheda per rendere tutto il sistema completamente automatico. La precisione della temporizzazione è stata garantita da un modulo aggiuntivo ("RTC") dotato di batteria tampone per tenere in memoria a sistema spento l'ora acquisita via PC. L'alimentazione è fornita da una batteria da 12V/6Ah di recupero, tenuta in carica da un piccolo pannello solare. L'"analemmometro" così configurato funziona ininterrottamente dal 9 marzo 2014 e sono state fatte finora oltre 1000 sequenze di 5 scatti al giorno, ad intervalli di 10 minuti.. La creazione e la messa a punto hanno richiesto 3 mesi di tempo.

Siamo ormai quasi ad un anno dalla felice conclusione della **One Year Mission**, iniziata il 27 marzo 2015 con il lancio della Soyuz con a bordo **S. Kelly** e **M. Kornienko** che rientravano il 1° marzo 2015 alle 11:26 pm (ora USA EST) dopo aver percorso, in un anno trascorso a bordo della **International Space Station (ISS)**, la distanza che separa la Terra da Marte. Tale traguardo ha permesso a Kelly di totalizzare 520 giorni di permanenza nello spazio ottenuto in due voli (il primo a bordo della missione Shuttle STS103 nel 1998); Kornienko ha invece totalizzato 516 giorni sempre in due voli (il primo nel 2010 con la spedizione sulla ISS 23/24). Lo scopo della *IYM* era di approfondire come il corpo umano si adatta all'assenza di peso, all'isolamento, alle radiazioni e allo stress dei voli spaziali di lunga durata: questo in preparazione al futuro volo verso Marte che vedrà condurre complesse operazioni in orbita lunare per testare e sperimentare nuove tecnologie e nuove modalità operative necessarie al volo nello spazio profondo. Durante il suo lungo periodo di permanenza nello spazio Kelly ha partecipato a ben 3 EVA (le passeggiate spaziali, così chiamate perchè l'astronauta esce fuori dalla struttura che lo ospita) necessarie alla manutenzione della Stazione spaziale stessa, alla cattura di una capsula **Dragon**, di un cargo **Cygnus**, di un cargo Giapponese e di 3 **Proton** russi (tutti usati per il rifornimento della ISS) Per sopravvivere a bordo, un equipaggio di 3 persone ha bisogno di 7t di rifornimenti ogni 6 mesi: dall'inizio della fantastica avventura spaziale della ISS (autunno 1998, ma con equipaggio stabile solo 2 anni dopo) sono stati consumati a bordo oltre 27.000 pasti ed effettuate oltre 1000 ore di attività esterne (EVA) alla stazione spaziale. Kelly durante l'anno di permanenza a bordo ha preso parte a più di 400 esperimenti. Inoltre con il suo gemello rimasto sulla terra ha preso parte al progetto **Twin Studies** dal quale medici e scienziati grazie alla comparazione tra i due, cercheranno di capire molto sulla fisiologia umana legata al volo spaziale. Ad un anno dal termine della missione si può cominciare a parlare di risultati anche se molto preliminari, che possiamo così riassumere:

Functional Task Test. Lo scopo dell'esperimento è di valutare la capacità degli astronauti di compiere attività legate alla postura soprattutto di in funzione di un eventuale sbarco su Marte. Come era prevedibile il test ha evidenziato difficoltà laddove si utilizzano certe posture e si coinvolgono certi muscoli. La presenza di certe incongruenze nei dati (soprattutto nella comparazione su voli di breve e lunga durata) consigliano però di estendere la ricerca anche ad altri soggetti.

Field Test Investigation. E' la valutazione del tempo di recupero (inteso come ritorno alla normalità) di un soggetto rientrato a terra dopo un volo spaziale di lunga durata. Qui si sono riscontrati grosse differenze tra Kelly e Kornienko, malgrado abbiano trascorso lo stesso tempo nello spazio. Queste differenze sembra siano spiegabili in base al differente livello di addestramento e di esperienza nello spazio. Questo non fa che confermare come sia importante l'addestramento a terra prima del volo.

Visual Impairment and Intracranial Pressure (VIIP). E' un esperimento che vuol far luce sulle cause non ancora note dei problemi alla vista che alcuni astronauti accusano dopo il volo. Sembra di capire che il problema sia in qualche modo connesso al sistema cardiovascolare, ma sono necessari ulteriori approfondimenti.

Fine Motor Skills. Serve per cercare di capire quali difficoltà può incontrare un astronauta dopo un volo di lunga durata nell'effettuare alcuni delicati e precisi compiti, come esempio schiacciare i piccoli tasti su un computer (si valutano in pratica quelle capacità legate al puntare, tracciare con precisione e

ruotare). I risultati rientrano nelle aspettative: c'è un progressivo degrado legato alla permanenza nello spazio.

Sleep Wake Cycles. E' lo studio dei cicli del sonno. Mediamente un astronauta dorme circa 6 – 6.5 ore, ma la lunga permanenza a bordo ha evidenziato come tale periodo si allunga all'allungarsi della missione, anche se vari fattori giocano un ruolo importante nel risultato (come un minore stress legato al completamento della Struttura, quindi meno ore di lavoro e più tempo per gli esperimenti). Si è lavorato anche sulle funzioni neurocognitive riscontrando che i cambiamenti sono comparabili negli effetti sia con 6 o 12 mesi di permanenza. Diverso è invece il recupero alla normalità delle capacità perse, che risulta più lungo all'aumentare del tempo trascorso nello spazio. Tali studi ovviamente continueranno proprio per garantire ai futuri esploratori spaziali salute e sicurezza nel varcare quest'ultima frontiera.

Difficilmente quando siete seduti sulla sedia del dentista pensate alla **NASA**, eppure è proprio in quei momenti che l'ente spaziale americano vi è più vicino e soprattutto più utile. Infatti la tecnologia per prendere immagini radiologiche (nei raggi X) più dettagliate dei vostri denti è proprio merito della NASA. I sensori usati a tale scopo erano in realtà pensati per riprendere ben altri tipi di immagine (quelle di altri mondi oppure della Terra dallo spazio). Va ricordato che negli anni '90 la parola d'ordine alla NASA era diventata: *Faster, Better, Cheape*. E' noto che nel lungo termine questa filosofia non ha portato a quella rivoluzione che ci si aspettava, ma c'è sempre qualcuno che canta fuori dal coro (possiamo in questi casi dire per fortuna). Uno di questi è *Eric Fossum* che applicò la sua idea di mettere, nei sistemi di acquisizione di immagini aeree, i fotoricettori tutti su un unico chip, insieme all'elettronica di controllo (utilizzò la tecnologia di allora, nota come CMOS, per produrre i chip, tecnologia che veniva usata fin dagli anni '60). La sua idea non era proprio nuova, nel senso che era già stata sperimentata, ma subito abbandonata perchè non ancora matura. I tempi però erano cambiati (e la tecnologia anche!). Fu così possibile realizzare una camera su un singolo chip, facendo entrare nel lessico comune il termine **APS** (Active Pixel Sensor). Negli anni seguenti anche il JPL di Pasadena si interessò all'applicazione di questa nuova invenzione, ma dato che la tecnologia non era ancora pronta, la maggior parte dei progetti si arenarono temporaneamente. Ma a Long Island – New York un'equipe di 3 persone, per quanto avvisate da Fossum dei problemi legati allo sviluppo di tale progetto, non si arresero e continuarono la loro ricerca fino a quando, caparbiamente, approdarono là dove volevano arrivare. Il loro scopo era quello di trovare un nuovo innovativo sistema di *ripresa nei raggi X per i denti* e capirono che proprio in questo nuovo sistema vi fossero le potenzialità per realizzare quanto a loro serviva. Lavorarono così con Fossum e il suo team fino ad arrivare ad un risultato concreto (ovvero da poter commercializzare). Il sistema finale vide integrato su un solo chip sia il sistema di ripresa che anche tutta l'elettronica di contorno, risultando così molto piccolo e compatto (soprattutto se consideriamo i sistemi precedenti). Un primo immediato vantaggio fu la riduzione della potenza dei raggi X nel realizzare la radiografia, con grande utilità per il paziente sottoposto ad una dose di radiazione minore (i raggi X devono essere collimati su una superficie più piccola e per questo basta una minore potenza); inoltre sistemi di potenza ridotta sono meno costosi. Oggi la tecnologia si è ulteriormente evoluta e permette di realizzare immagini in 3D: un successo che negli anni '90 era tutt'altro che prevedibile. Ma capacità e lungimiranza sono spesso doti essenziali per il progresso ed il successo.