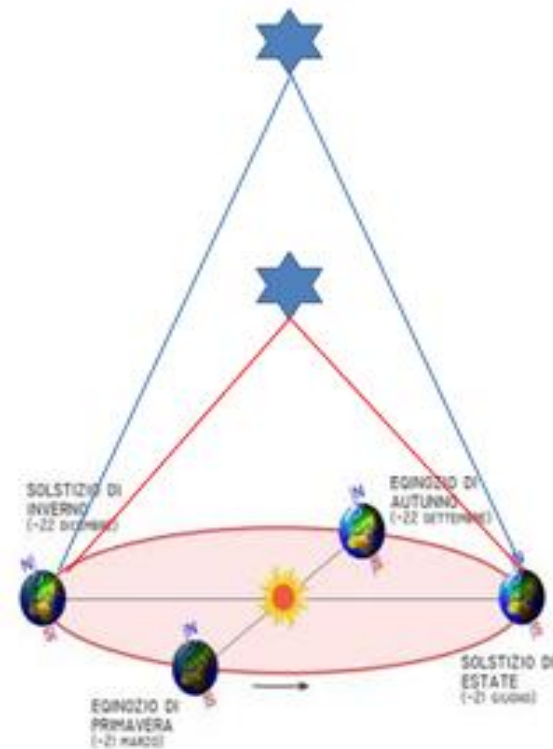


Come misurare la distanza tra le stelle

- La distanza delle stelle si misura con diverse metodologie.
- Una delle più semplici da spiegare è la seguente (**detto metodo delle parallasse**) :
- Si sfrutta il fatto che la Terra nel suo ruotare intorno al Sole dopo sei mesi si trova in un punto distante 300 milioni di km da dove era precedentemente (essendo la distanza dal Sole di 150 milioni di km)

Parallasse : valido fino a distanze di 100 anni luce



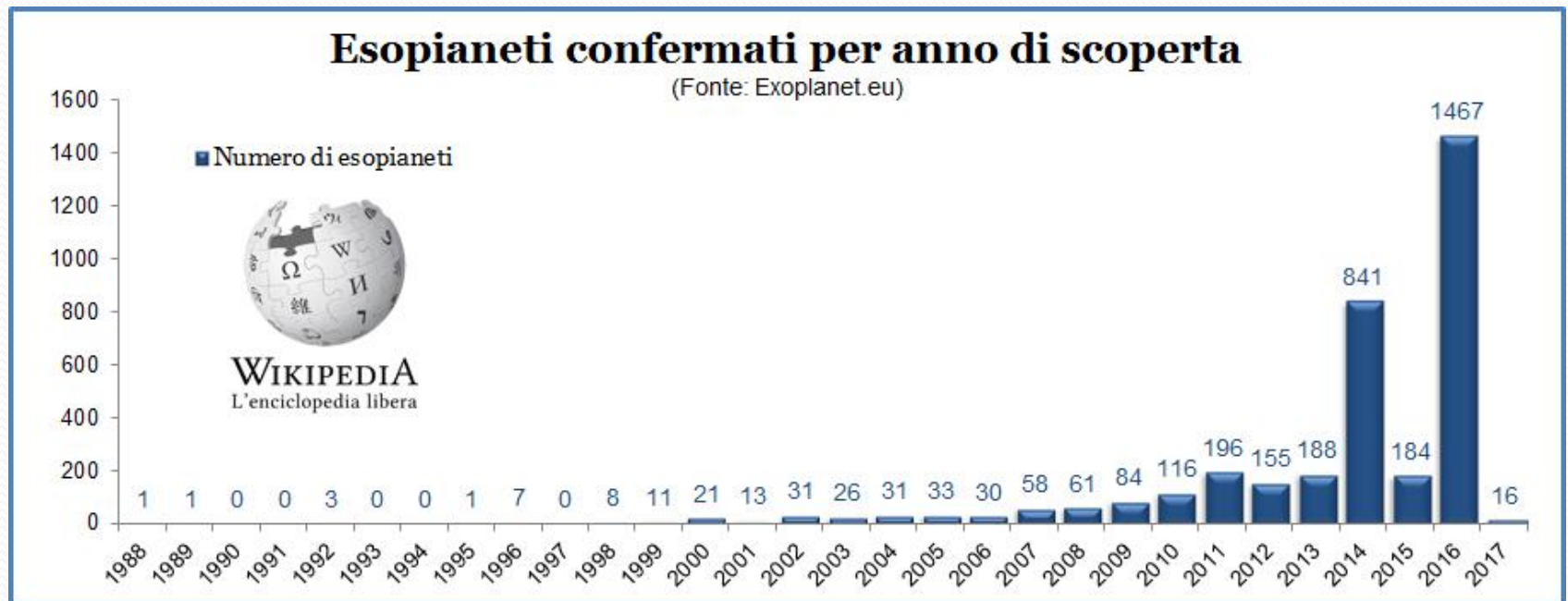
Distanza tra le stelle

- Vi sono poi altri metodi più complessi di cui citiamo solo i loro nomi:
- **Metodo della spettroscopia:** confronta la luminosità apparente di una stella con quella reale data dallo spettroscopio (valido fino a 10.000 anni luce)
- **Metodo delle Cefeidi** si tratta di stelle “pulsanti” il cui periodo di pulsazione è tanto maggiore quanto maggiore è l'intensità luminosa . Confrontando la luminosità così ricavata con quella “apparente” si deduce la sua distanza.

Come individuare gli esopianeti

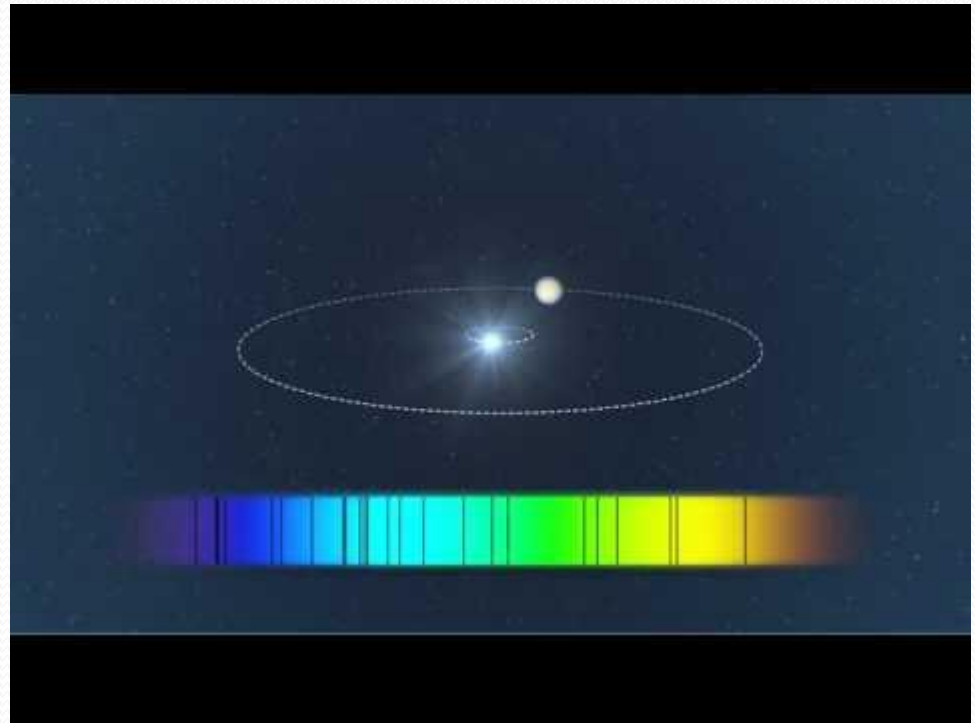
- Velocità radiale (18,2 % dei pianeti)
- Metodo del transito (79,2 % pianeti)
- Foto alla stella con riduzione della luminosità (1,3 % pianeti)
- Lente gravitazionale e deformazione dello spazio-tempo (1,3 % pianeti)

A inizi 2017 ...



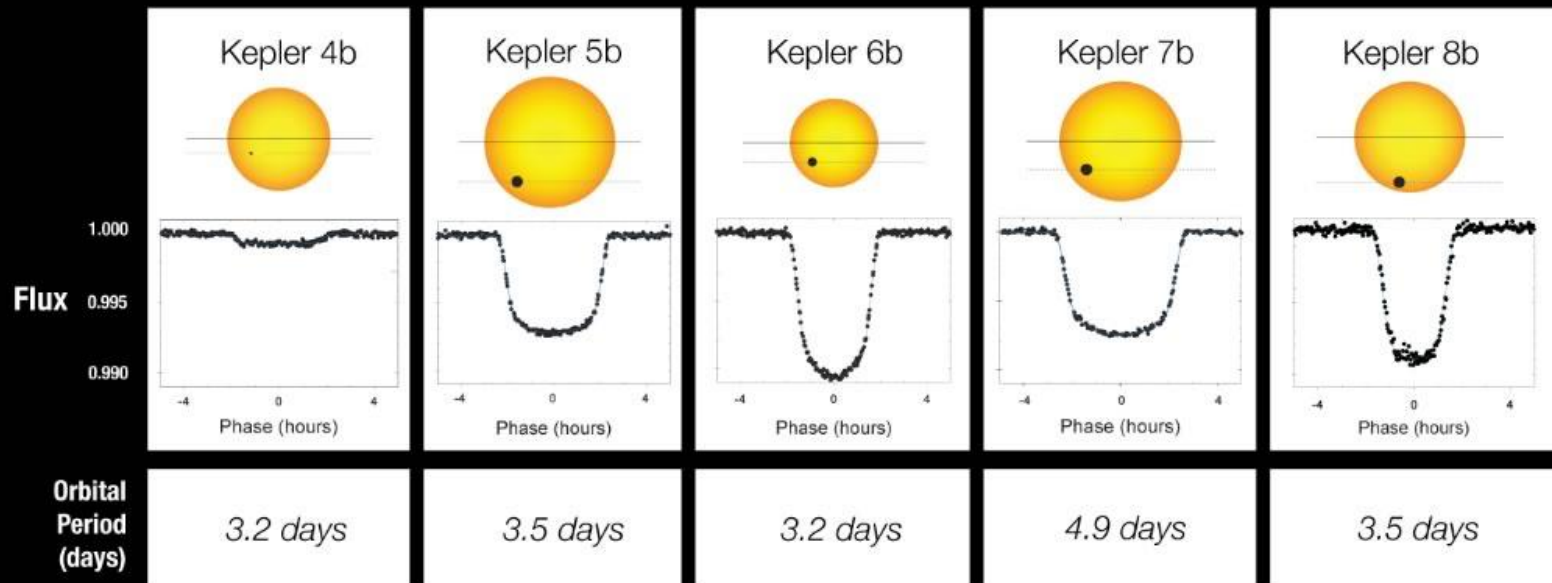
Velocità radiale

- Per quanto piccolo un pianeta esercita una forza di gravità verso la sua stella attirandola nel suo percorso di rivoluzione.



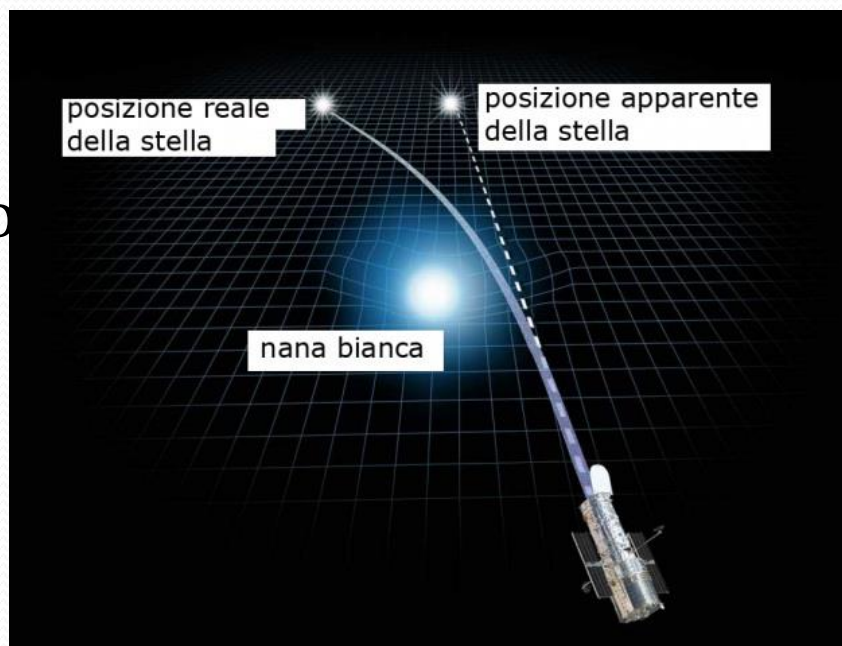
Metodo del transito

Transit Light Curves



La lente gravitazionale

- Ogni corpo, per via della sua massa deforma , seppure in modo impercettibile, la traiettoria di un raggio di luce , fenomeno simile a quello a tutti noi comune del bastoncino in acqua.
- Flash improvviso dovuto allo spostamento della stella



Come trovare ET?

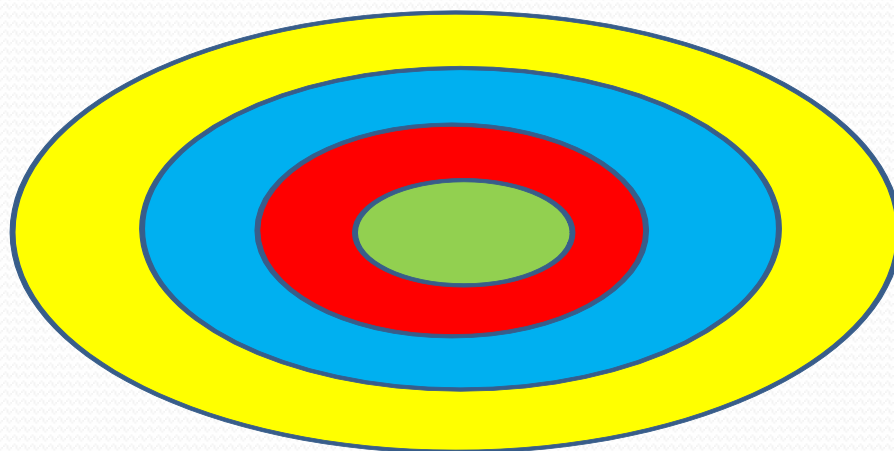
- Andare fisicamente con le astronavi nello spazio
- Lanciare messaggi con onde elettromagnetiche
- Osservare lo spazio con potenti telescopi
- Aspettare che siano “loro” a stanarci

Le domande di sempre

- 1°) esiste all'infuori del nostro pianeta una qualche forma di vita anche allo stato molto embrionale ed elementare? (batteri – amebe – organismi monocellulari ma viventi)
- 2°) se esistono queste forme di vita elementari nell'Universo è pensabile che da qualche parte qualcuna di esse si sia evoluta generando una civiltà con un livello di intelligenza confrontabile o superiore al nostro?
- 3°) se queste civiltà esistono, è possibile che abbiano individuato la presenza di una vita intelligente sul nostro pianeta?
- 4°) se ci hanno individuati è possibile che abbiano deciso di venire a farci una visita?

Le domande di sempre

- Potremmo rappresentare le 4 domande con cerchi concentrici dove quello maggiore (il giallo) rappresenta la domanda 1 (la più generica e quindi con maggiore probabilità di risposta positiva) mentre il cerchio più piccolo (il verde) rappresenta la 4° domanda (la più difficile che si verifichi).



Le domande di sempre

- Per completare la lista delle domande che ci dobbiamo porre ve ne sono altre due particolarmente affascinanti:
- è possibile che lo sviluppo della nostra civiltà sia stata fortemente condizionata nel passato da visitatori alieni?
- esiste un sito nel nostro Universo che possa fungere da back-up per il nostro pianeta? Vale a dire che non solo consenta il mantenimento della vita tout court, ma che consenta il mantenimento della vita quale si è sviluppata sul nostro pianeta?

L'Equazione di Drake

- L'equazione di Drake (nota anche come equazione o formula di Green Bank) è una formula matematica utilizzata per stimare il numero di civiltà extraterrestri esistenti in grado di comunicare nella nostra galassia.
- Venne formulata nel 1961 dall'astronomo e astrofisico statunitense Frank Drake.
- Una formula decisamente complessa, basata su fattori ipotetici e variabili.

L'equazione di Drake

La formula dell'equazione di Drake è la seguente :

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

dove:

N è il numero di civiltà extraterrestri presenti oggi nella nostra Galassia con le quali si può pensare di stabilire una comunicazione

R^* è il tasso medio annuo con cui si formano nuove stelle nella Via Lattea

f_p è la frazione di stelle che possiedono pianeti

n_e è il numero medio di pianeti per sistema solare in condizione di ospitare forme di vita

f_l è la frazione dei pianeti n_e su cui si è effettivamente sviluppata la vita

f_i è la frazione dei pianeti f_l su cui si sono evoluti esseri intelligenti

f_c è la frazione di civiltà extraterrestri in grado di comunicare

L è la stima della durata di queste civiltà evolute

L'equazione di Drake

- Può non risultare immediatamente chiaro perché nell'equazione compaia il fattore R , cioè perché il numero di civiltà intelligenti esistenti in un dato momento nella galassia debba essere direttamente proporzionale al tasso con cui si formano nuove stelle: in effetti, il prodotto dei primi sei fattori (escluso cioè L) dà il numero di civiltà extraterrestri che nascono ogni anno; moltiplicando poi per la loro durata si ottiene il numero di tali civiltà esistenti in un momento qualsiasi (ad esempio, se si formano in media 0,01 civiltà all'anno e ciascuna dura in media 500 anni, allora in ogni momento ne esisteranno in media 5).

L'Equazione di Drake

- Nel 2017 Lo scienziato italiano Claudio Maccone rivede la famosa equazione di Drake, alla luce delle attuali conoscenze astronomiche, e stabilisce che sono oltre 4.500 le civiltà extraterrestri nella nostra galassia (circa un migliaio più di quante ipotizzate a suo tempo da Drake), ma tutte troppo distanti da noi.
-
- Infatti se fossero distribuite uniformemente nella Galassia, si troverebbero ad una distanza media di quasi 3.000 a.l. una dall'altra
-

Condizioni per la presenza di vita intelligente simile alla nostra

- Dimensioni del pianeta analoghe a quelle terrestri
- Temperatura inferiore almeno ai 100° e superiore ai -50°
- Conformità rocciosa del pianeta
- Presenza di acqua e protezione dalle radiazioni magnetiche
- Presenza di atmosfera
- Sistema stellare “maturo”

Come trovare la vita nell'Universo?

- Spostandoci con le navicelle spaziali (con equipaggio o con robot)
- Inviando segnali elettromagnetici
- Ascoltando i messaggi che arrivano
- Con l'osservazione telescopica

La ricerca con spostamenti fisici

- La ricerca della vita intelligente non può essere fatta andando fisicamente a cercarla con missioni spaziali.
- Questo perché la nostra attuale tecnologia non ci consente (e non lo consentirà per lungo tempo) di affrontare distanze così enormi
- Questa ricerca si può esaurire all'interno del nostro Sistema Solare dove – possiamo dirlo con certezza – **NON ESISTE** alcuna forma di vita intelligente al di fuori del nostro pianeta

Il limite della velocità della luce

- Esiste inoltre un limite fisico invalicabile rappresentato dalla velocità della luce che non può essere superata.
- Non solo non si potrà mai viaggiare oltre la velocità della luce, ma quanto più ci si avvicina ad essa tanto più diventa difficile incrementarla ancora.

Con l'aumento della velocità

- Il tempo rallenta
- Le masse dei corpi aumentano
- Si ha una contrazione delle lunghezze nella direzione di marcia
- Il tutto secondo la **Teoria della Relatività**

Come aumenta la massa al crescere della velocità

- Al 50% della velocità della luce un corpo di 70 kg ne peserebbe già 125 kg
- Al 75% della velocità della luce ne peserebbe 350 kg
- Al 90% della velocità della luce ne peserebbe quasi 2 tonnellate
- Al 95% della velocità della luce ne peserebbe quasi 7 tonnellate
- Al 99% della velocità della luce peserebbe 178.000 tonnellate ...

Problema dell'accelerazione

- Non si può pensare di salire su una navicella e pensare che dopo un secondo questa viaggi già alla velocità della luce, per via dell'enorme schiacciamento che subiremmo per via della forza di inerzia
- Questo rende ancora più problematici i viaggi ad alte velocità

Invio di segnali elettromagnetici

- Lo stiamo facendo da una 70ina di anni
- Non è detto che altri sappiano captarli (per esempio se nel 1800 ne avessimo ricevuti noi, non avevamo allora la capacità di “leggerli”)
- Non è detto che, pur captandoli riescano a capire che si tratti di messaggi di tipo artificiale
- Non è detto che pur captandoli e riconoscendoli come tali, valutino opportuno risponderci

Invio di segnali elettromagnetici

- Ad oggi non abbiamo ricevuto alcun segnale di risposta
- Ma questo significa soltanto che in un raggio di 35 anni luce non esiste alcuna civiltà intelligente (o che se esiste non lo abbia interpretato o abbia valutato non opportuno risponderci)
- Questo perché viaggiando questi segnali alla velocità della luce, per ottenere una risposta dal 1° segnale inviato occorrono 35 anni per arrivare a destinazione ed altri 35 per ritornarci indietro.
-



35 anni



35 anni

Invio di segnali elettromagnetici

- Ora, se come abbiamo visto, in un raggio di 17 anni luce ci sono 50 stelle, possiamo dire che in un raggio doppio ci sono circa 400 stelle
- Quindi abbiamo “colpito” coi nostri messaggi appena 400 stelle, su un totale di 400 miliardi di stelle esistenti solo nella nostra Galassia!
- Da ciò si capisce come la nostra indagine sia assolutamente inadeguata

Ricezione di segnali alieni

- Il progetto SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*) ha proprio questo scopo
- Nato nel 1974 ad opera di una organizzazione scientifica senza scopi di lucro.
- Si cerca in 3 dimensioni:
 - Pianeti con presenza di carbonio
 - Pianeti appartenenti a stelle simili al nostro Sole
 - Pianeti con presenza di acqua

Ricezione di segnali alieni

- Ad eccezione del **Segnale WOW!** del 1977, gli esperimenti SETI condotti fino ad ora non hanno rilevato nulla che possa somigliare ad un segnale di comunicazione interstellare
- Tra gennaio e febbraio 2011 il SETI segnala però la ricezione di 2 segnali "non naturali" e "di probabile origine extraterrestre. (tra i pianeti scoperti da Kepler)
- Non essendosi più ripetuti i segnali, si suppone che fossero dovuti a interferenze terrestri.

L'osservazione telescopica

- Questa parrebbe la metodologia più soddisfacente ad oggi, in quanto siamo in grado di vedere stelle molto distanti da noi, senza spostarci troppo da casa.
- L'idea è quella di inviare un telescopio nello spazio, appena fuori dall'atmosfera terrestre in modo da poter esplorare un cielo molto più limpido (non opacizzato dalla atmosfera e privo di inquinamento luminoso)



L'osservazione telescopica

- Da aprile 2018 il telescopio spaziale TESS ha sostituito Keplero (andato in pensione il 31 ottobre 2018)
- Orbita intorno alla Terra a circa 400 km di distanza
- Analizzerà una porzione di cielo 400 volte più ampia arrivando ad analizzare stelle fino a 500 anni luce da noi
- Ci si aspetta di trovare almeno 300 pianeti simili al nostro

L'osservazione telescopica

- Ma come capire se un pianeta che abbia condizioni favorevoli alla vita sia realmente abitato da esseri intelligenti ?
- Riscaldamento del pianeta
- Effetti dovuti alla presenza di industria “pesante”
- Composizione dell'atmosfera
- Illuminazione notturna
- Radiazioni elettromagnetiche (onde radio)
- Ed anche ... effetti di lancio di bombe atomiche

L'osservazione telescopica

- E' stato calcolato che i telescopi attualmente disponibili sono in grado di rivelare la luce di una metropoli come Tokyo dalla distanza a cui si trova la cosiddetta fascia di Kuiper
- Forse un giorno saremo in grado di rivelare le luci di una città aliena che si trova su un altro mondo? Chi lo sa, non ci resta che essere ottimisti.

L'europa di notte a Capodanno



L'osservazione telescopica

- Ma se con il telescopio si riesce a vedere molto lontano, si vedono però cose del passato che non è detto oggi siano ancora così.
- Per esempio, un pianeta distante 5.000 anni luce noi lo vedremmo come era 5.000 anni fa
- E se una civiltà aliena distante da noi 5.000 anni luce, osservasse oggi la terra, la vedrebbe come era al tempo dell'età del bronzo!

- 
- Le civiltà rimangono vive per tempi molto piccoli – su scala astronomica – e forse questo è anche uno dei motivi per cui non siamo ancora riusciti ad intercettarne qualcuna
 - Ma forse ... qualcosa di interessante possiamo trovarlo anche sul nostro stesso pianeta:

Il lago Vostok

- Sepolto, nell'Antartide, da 4.000 mt di ghiaccio
- Scoperto dai russi negli anni 70
- E' un eco-sistema rimasto incontaminato dal resto del pianeta per oltre 20 milioni di anni
- Grazie ad una serie di fortunate coincidenze ambientali potrebbe raggiungere la temperatura di 30°
- Ma con una concentrazione di ossigeno troppo elevata per consentire forme di vita

Il lago Vostok

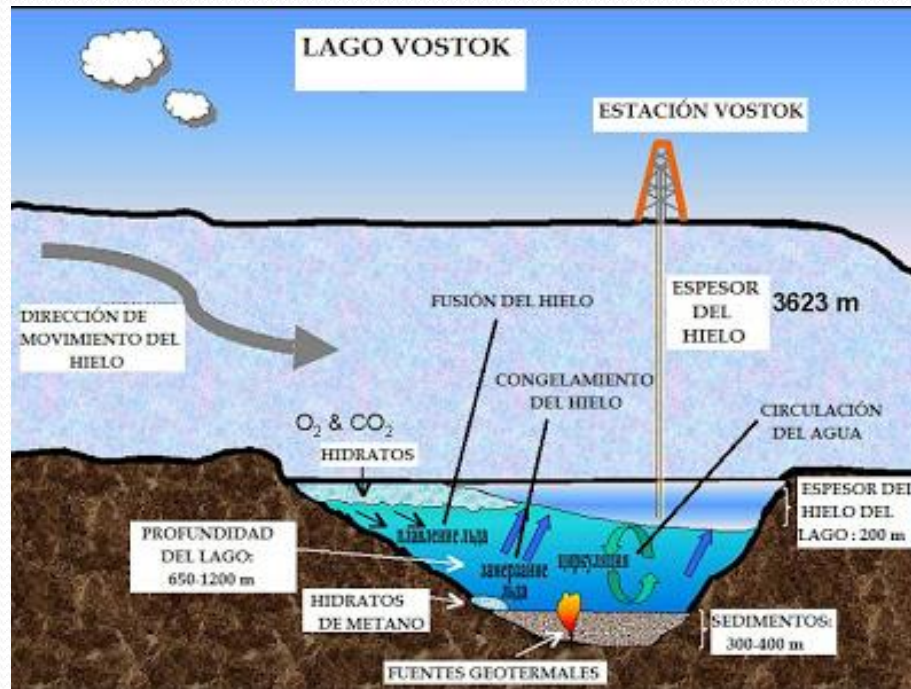
- Da 30 anni si stanno facendo trivellazioni per raggiungere queste acque
- Problema reciproco della contaminazione
- Se si dovessero trovare forme di vita sarebbe un indizio per sperare di trovarne anche su alcuni satelliti di Giove e Saturno.
- Fortissima anomalia magnetica
- Presenza di un elemento metallico di forma circolare o forse cilindrica che appare dal diametro molto esteso, alla base del lago.

Il lago Vostok

- Nell'ottobre del 2012, un “incidente” durante le perforazioni consente l'incredibile scoperta: un flusso di cherosene, risalito in superficie durante una trivellazione, porta con sé dei batteri. Forme di vita, dunque. Probabilmente sconosciute. I batteri vengono poi analizzati e si scopre che essi hanno un DNA sconosciuto all'ottantasei per cento (i protocolli scientifici stabiliscono che, affinché si parli di vita “aliena”, nel senso di specie vivente non nota, occorre che lo scarto sia almeno pari al novanta per cento).

Il lago Vostok

- Filmato : il lago Vostok



Oltre la scienza attuale

- Ma se la velocità della luce rappresenta un serio limite per i viaggi interstellari, oggi si sta iniziando a ragionare su metodi di spostamento “non convenzionali” che potrebbero di fatto farci superare questa difficoltà
- Si parla infatti di :
 - Motori a curvatura
 - Tunnel spazio temporali

Il motore a curvatura

- Nessun corpo può viaggiare a velocità superiori a quelle della luce ma lo spazio si può contrarre ed espandere a qualsiasi velocità.
- Un'astronave dotata di motore a curvatura potrebbe quindi “piegare” lo spazio circostante accorciando le distanze ma muovendosi comunque localmente a velocità inferiori a quelle della luce. E quindi senza violare le teorie di Einstein.

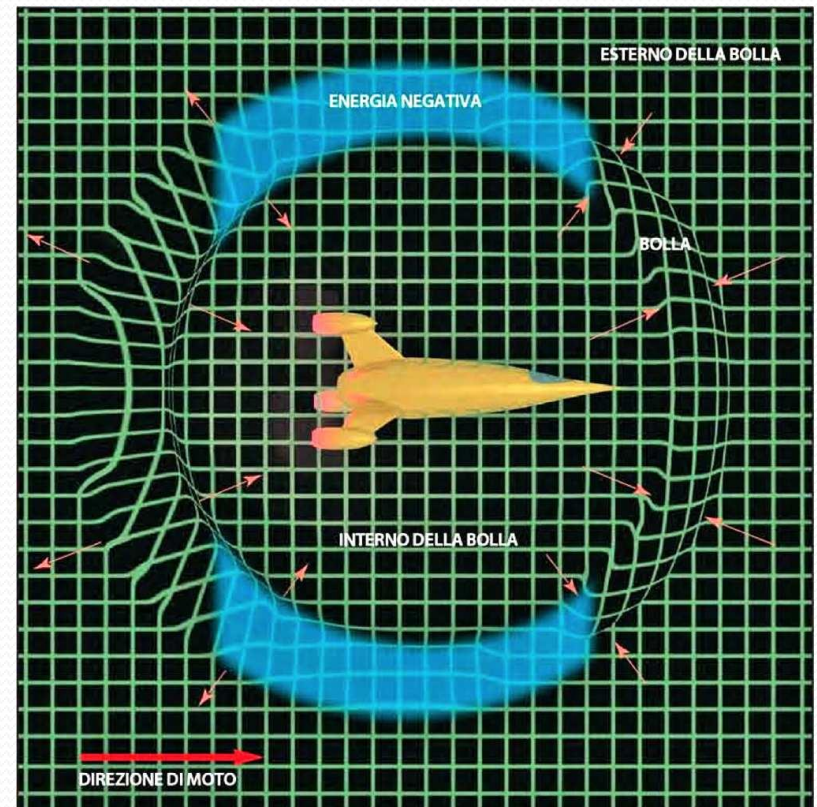
Secondo Alcubierre in un paio di settimane di viaggio si potrebbe così raggiungere Alpha Centauri, distante dalla terra 4,3 anni luce.

Il motore a curvatura

- **La velocità di curvatura potrebbe diventare realtà nei prossimi 100 anni.**
- Lo pensano in molti, l'ultimo in ordine di tempo è l'astrofisico Geraint Lewis dell'Università di Sydney.
- La sua idea si basa sul fatto che la velocità di curvatura è parte della teoria della relatività di Einstein, il nostro problema è che dobbiamo ancora scoprire i materiali necessari per ottenerla.

Il motore a curvatura

- Video : il motore a curvatura

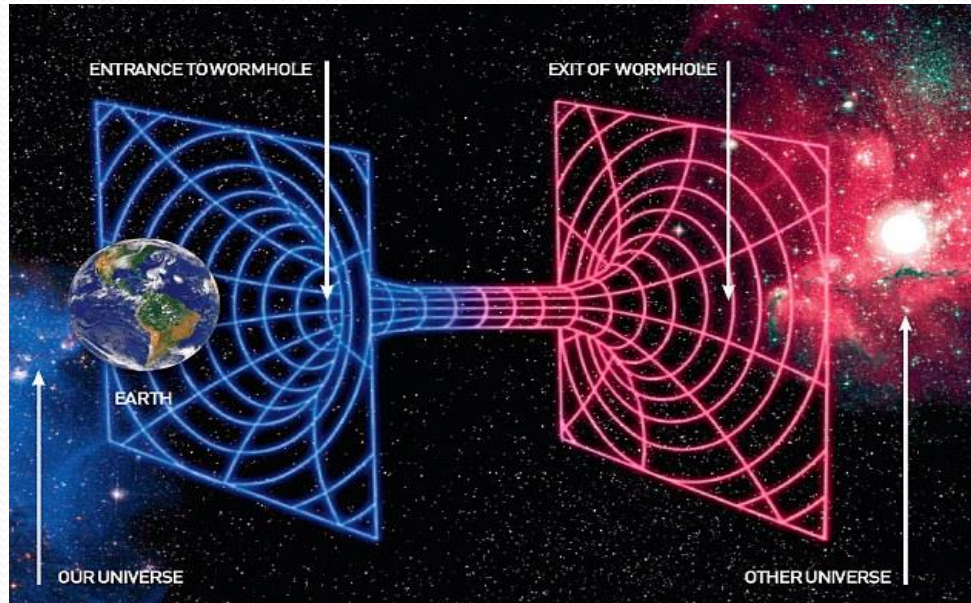


Il tunnel spazio temporale

- Detto anche **Ponte di Rosen-Einstein** o **Wormhole**.
- La teoria è complessa, ma l'effetto (fantascientifico) è semplice: il wormhole è una **scorciatoia tra un punto e un altro dell'universo**. Permetterebbe perciò di percorrere una distanza qualunque in un tempo non istantaneo, ma infinitamente inferiore a quello che impiegherebbe la luce attraverso lo "spazio normale", ossia senza scorciatoie. Finora non sono state trovate evidenze dell'esistenza di wormhole nell'Universo.

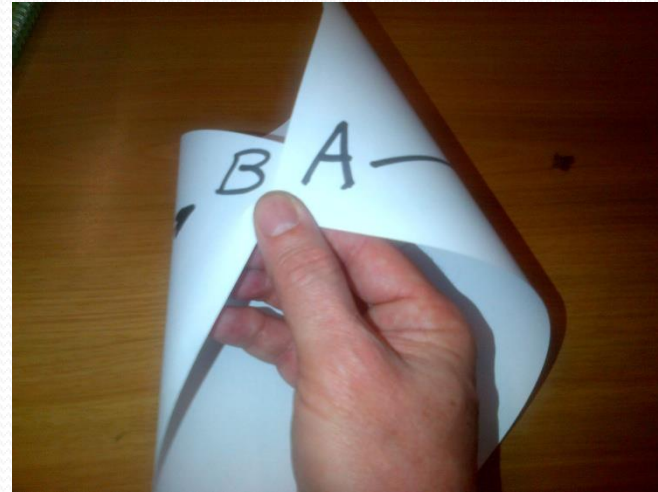
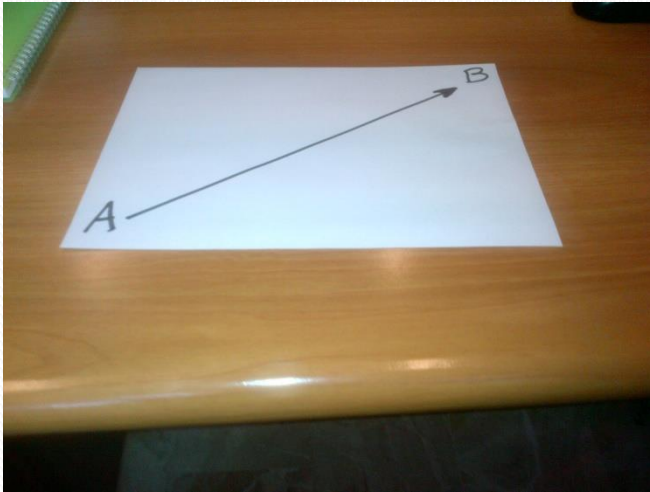
- In realtà, il tunnel spazio temporale ci fa giungere in una regione diversa dello “spazio-tempo” , quindi non solo ci sposteremmo fisicamente da un luogo all’altro. Ma potremmo ritrovarci anche spostati nel tempo (nel passato o nel futuro).
- Questo viene indicato come una possibile soluzione per i viaggi nel tempo (insieme alle velocità prossime a quelle della luce)

Wormhole



- Video: Ponte di Rosen Einstein

Il tunnel spazio temporale



- Stiamo quindi per entrare in un'era di grandi rivoluzioni scientifiche e tecnologiche per l'umanità, e – se non noi- certamente i nostri figli e i nostri nipoti è molto probabile che assisteranno a incredibili scoperte che ci apriranno a nuovi inimmaginabili orizzonti.
- L'unica speranza che possiamo formulare è che tutto questo avvenga nel segno di un crescere anche della nostra civiltà etica e morale.



Grazie a tutti per
l'attenzione !