

Denominazione	Obiettivo	inizio attività	fine attività	compiti	Successore
---------------	-----------	-----------------	---------------	---------	------------

Kepler	Ricerca di esopianeti	2009	2018	Kepler ha osservato oltre 500.000 stelle e rilevato circa 3.000 pianeti	Tess aprile 2018
---------------	-----------------------	------	------	---	---------------------------------

Hubble	Osservazione di stelle e pianeti	1990	2030 2040	Ha contribuito a determinare l'età dell'Universo	Webb (*) nel 2021
---------------	----------------------------------	------	--------------	--	------------------------------

ISS	Stazione spaziale internazionale	2000	2024	Laboratorio di ricerca scientifica sull'uomo, la medicina spaziale, la biologia	
------------	----------------------------------	------	------	---	--

(*) James Webb Space Telescope

- Progetto congiunto delle agenzie spaziali di **USA Europa, Russia, Canada e Giappone**
- A partire dal 2006, i dati sulla perdita di massa ossea e muscolare suggeriscono che ci sarebbe un significativo rischio di fratture e problemi di circolazione se gli astronauti atterrassero su un pianeta dopo un lungo viaggio interplanetario (come ad esempio un viaggio della durata di sei mesi)

Stazione Spaziale Internazionale

3

- Alimentata con pannelli fotovoltaici
- Orbita a circa 400 km dalla Terra
- Compie 15,7 rotazioni intorno alla Terra ogni giorno
- Astronauti italiani: Cristoforetti – Nespoli – Parmitano

ISS

4



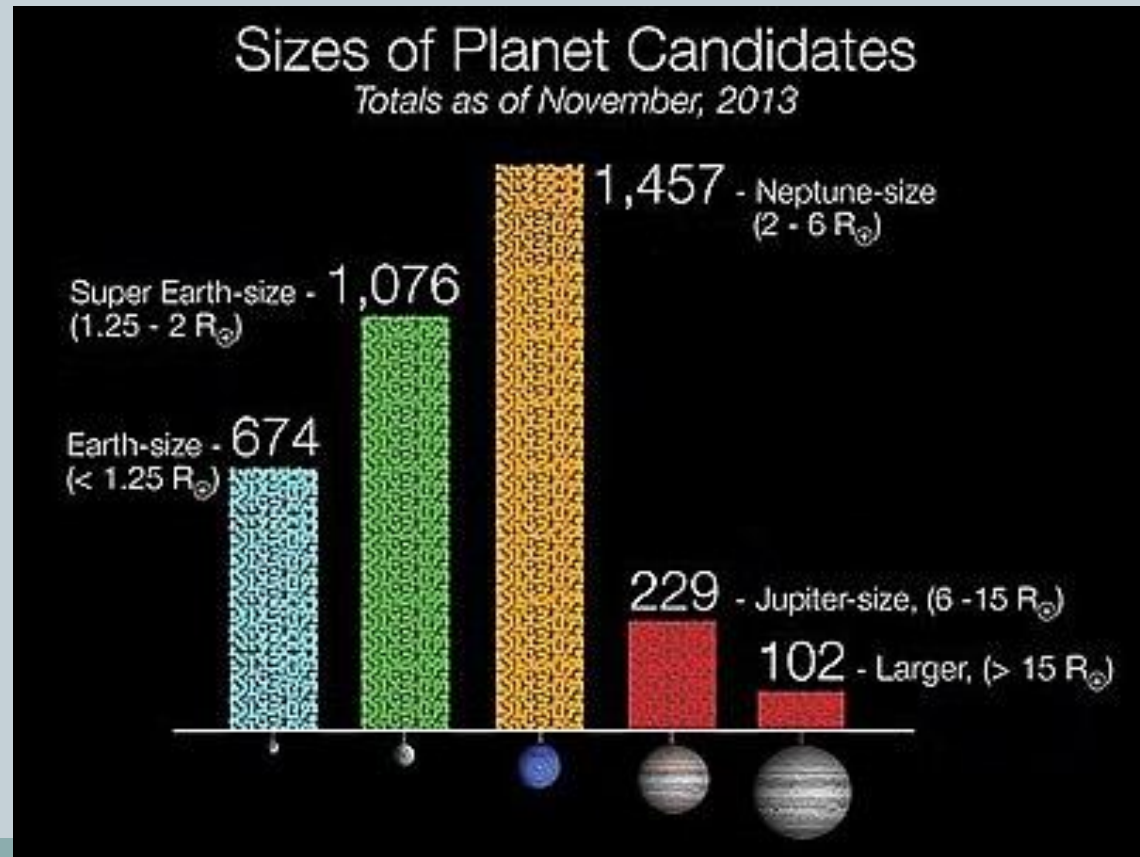
Telescopio spaziale Kepler

5

- Lanciato nel 2009 con lo scopo di individuare gli **esopianeti**
- Come **cacciatore di pianeti**, Kepler ha superato tutte le aspettative e ha aperto la strada alla ricerca della vita in altri sistemi solari.
- Il telescopio, infatti, non solo ci ha dato un'idea di quanti pianeti possono esserci al di fuori del nostro Sistema Solare, ma ha gettato una nuova luce sul nostro posto nell'Universo e messo in luce diversi misteri che riguardano le stelle vicino a noi

- Le analisi più recenti portano alla conclusione che dal 20 al 50 per cento delle stelle visibili nel cielo notturno sono in realtà sistemi composti da piccoli pianeti, probabilmente rocciosi, simili per dimensioni alla Terra e situati all'interno della zona abitabile delle rispettive stelle.
- Ciò significa che, rispetto alle loro stelle madri, si trovano a distanze dove l'acqua liquida - "ingrediente" fondamentale per la vita così come la conosciamo - può esistere e mantenersi sulla loro superficie.

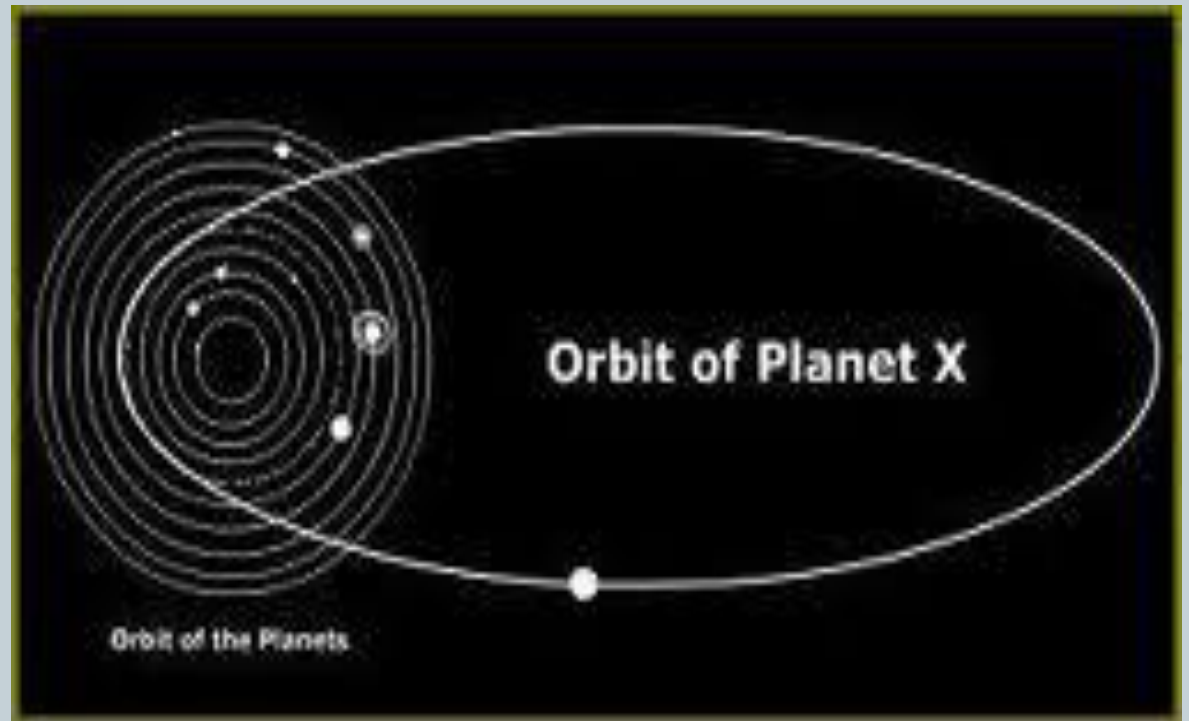
- Telescopio Keplero : Filmato
- Nuova Terra



Pianeta Nove

8

- Planetario
- Pianeta nove



Kepler

9



- Il telescopio spaziale Kepler che ha permesso di scoprire e catalogare migliaia di pianeti nel Cosmo nel 2018 ha terminato il carburante ed è stato ufficialmente dichiarato "morto".
- Il suo posto è stato preso da TESS, il nuovo telescopio spaziale della Nasa, lanciato nell'aprile 2018.
- Questo osserverà una porzione dell'Universo 400 volte maggiore rispetto a quella osservata da Kepler

Tess

11

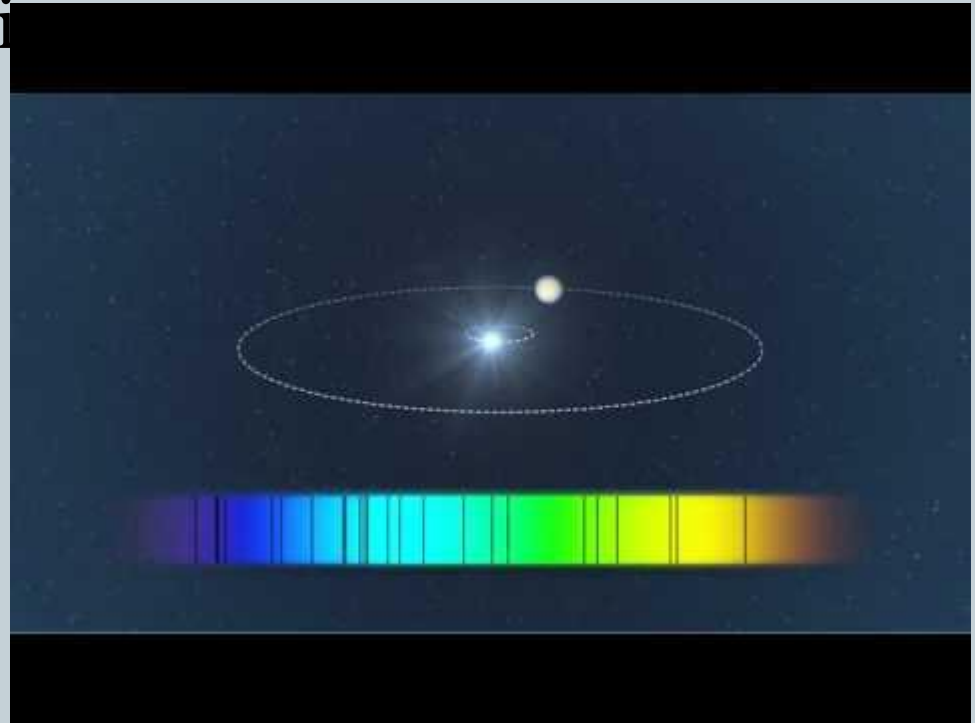


Come si individuano gli Esopianeti

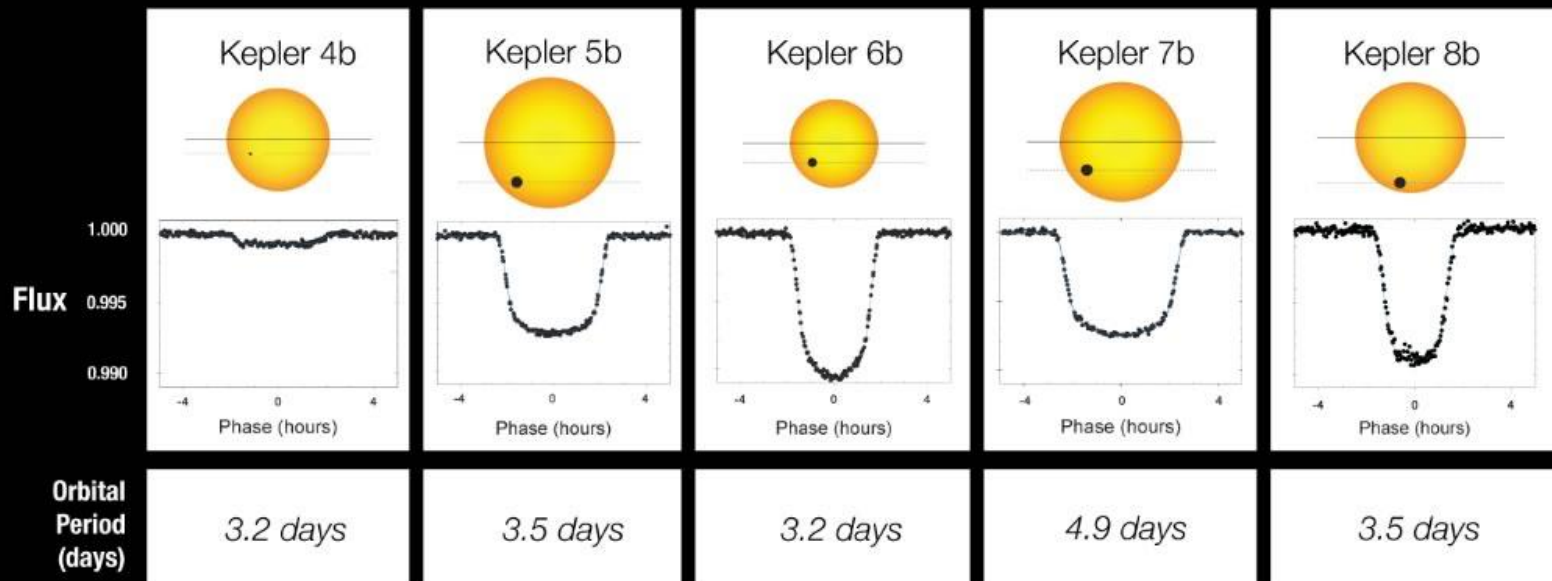
12

- 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)

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



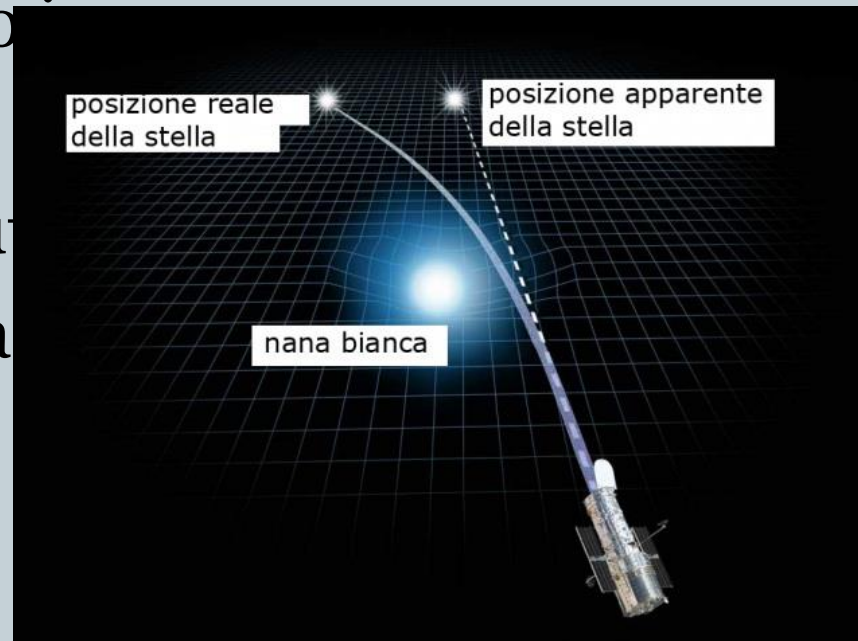
Transit Light Curves



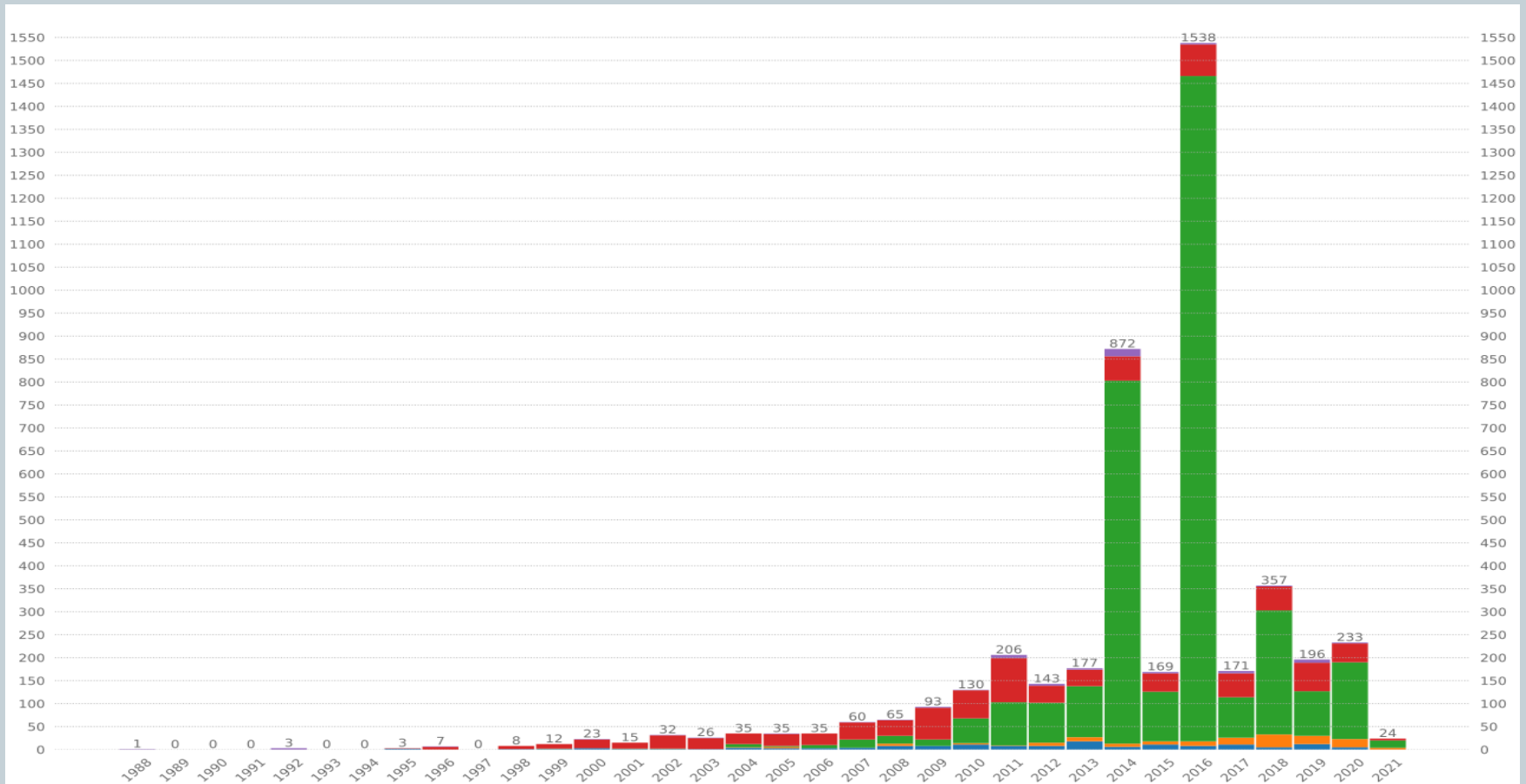
La lente gravitazionale

15

- 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
- Flash improvviso dovuto allo spostamento della stella



Esopianeti scoperti (febbraio 2021)



Numero di esopianeti scoperti

17

- Mappa degli esopianeti scoperti



Quindi ..

18

- Quasi mai si cerca di osservare i pianeti direttamente. Troppo difficili da vedere, soprattutto quelli simili alla Terra: troppo piccoli e scuri rispetto alla luce accecante della stella.
- Per questo lo studio dei pianeti nelle cosiddette zone abitabili è stato finora portato avanti soprattutto mediante i primi due metodi – o con una combinazione dei due (tradiale e transito)

- Ma l'articolo uscito l'11 febbraio su **Nature Communications** rappresenta una vera e propria novità nel campo. Gli autori dello studio hanno infatti messo in piedi e testato un nuovo metodo per effettuare immagini dirette di esopianeti nella zona abitabile di stelle vicine. Si tratta di una tecnica di *imaging* nel medio infrarosso (fra 10 e 12.5 micrometri circa) che, se integrata per un tempo di osservazione molto lungo (dell'ordine delle cento ore), può **catturare direttamente immagini di pianeti con dimensioni circa tre volte la Terra all'interno delle zone abitabili di stelle vicine.**

- Il metodo descritto nell'articolo di Wagner e colleghi per trovare questi oggetti può aumentare più di dieci volte l'attuale capacità di osservare direttamente gli esopianeti. Oltre alle difficoltà tecniche, infatti, un altro problema dell'approccio finora adottato riguardava le frequenze della luce osservate: la maggior parte dei tentativi di *imaging* diretto di esopianeti si concentrava a lunghezze d'onda infrarosse inferiori ai 10 micron, proprio appena sotto il regime in cui tali pianeti brillano di più.

Un pianeta come la Terra su Alfa Centauri?

21

- *Lo studio, che aveva come obiettivo trovare un pianeta potenzialmente abitabile all'interno del sistema di Alpha Centauri, dopo quasi cento ore di osservazione e 7 terabyte di immagini prese ha rivelato un segnale – il candidato pianeta C1.*
- *La tecnica è promettente e rivoluzionaria, ma servono ulteriori verifiche prima di poter confermare la natura dell'emissione*

Il telescopio James Webb Space

22

- Dopo aver compiuto una rivoluzione attorno alla Terra in 26 minuti il Webb si separerà dal corpo del lanciatore e aprirà i suoi pannelli solari. Quindi, nell'arco di circa un mese, il telescopio si muoverà fino a circa un milione e mezzo di chilometri di distanza dalla Terra.
- Raggiunta la sua destinazione, sarà sottoposto a un'altra serie di test prima di dare il via alle operazioni scientifiche - che inizieranno dopo sei mesi circa dal lancio.

Le domande di sempre

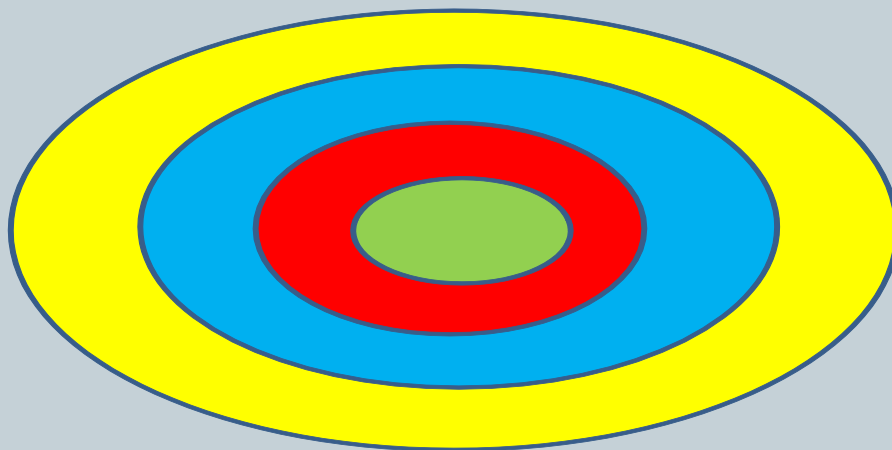
23

- 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 stabilire un contatto con noi?

Le domande di sempre

24

- 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

25

- Per completare la lista delle domande che ci dobbiamo porre ve ne sono altre due particolarmente affascinanti:
- E' 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?

Condizioni per la presenza di vita intelligente simile alla nostra

26

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

L'Equazione di Drake

27

- 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

28

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

29

- 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

30

- Applicando a quest'equazione i valori (molto pochi ed approssimativi) che all'epoca - anni '60 - erano noti Drake giunse alla conclusione che nella nostra Galassia ci dovessero essere :
- **600 civiltà evolute**

L'Equazione di Drake

31

- **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** (molte di più di quante ipotizzate 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 anni luce una dall'altra**

Ma come si individuano segnali di vita fuori dal nostro pianeta?



Metodi di individuazione di civiltà evolute

33

- Andarle a cercare con le navicelle spaziali (con equipaggio o con robot)
- Inviando o ascoltando segnali elettromagnetici
- Con l'osservazione telescopica

La ricerca con spostamenti fisici

34

- 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

35

- 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.

Più si sale e più si fa fatica

36



- Nel caso di spostamenti con equipaggi umani occorre tenere conto dei tempi di accelerazione e decelerazione delle astronavi
- Per avere situazioni compatibili con la nostra conformazione fisica occorre prevedere tempi di 6 mesi per raggiungere la velocità della luce ed altrettanti per la frenata.

Con l'aumento della velocità

38

- 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**

Aumento di peso all'aumentare della velocità

39

Velocità		Peso	Velocità		Peso	Velocità		Peso
km/h	%		km/h	%		km/h	%	
21.600.000	2	70,06	410.400.000	38	95,62	799.200.000	74	342,02
43.200.000	4	70,22	432.000.000	40	99,21	820.800.000	76	392,33
64.800.000	6	70,51	453.600.000	42	103,20	842.400.000	78	456,47
86.400.000	8	70,90	475.200.000	44	107,65	864.000.000	80	540,12
108.000.000	10	71,42	496.800.000	46	112,62	885.600.000	82	652,24
129.600.000	12	72,06	518.400.000	48	118,19	907.200.000	84	807,65
151.200.000	14	72,83	540.000.000	50	124,44	928.800.000	86	1.032,32
172.800.000	16	73,73	561.600.000	52	131,50	950.400.000	88	1.375,37
194.400.000	18	74,77	583.200.000	54	139,49	972.000.000	90	1.939,06
216.000.000	20	75,95	604.800.000	56	148,57	993.600.000	92	2.966,99
237.600.000	22	77,30	626.400.000	58	158,96	1.015.200.000	94	5.166,45
259.200.000	24	78,82	648.000.000	60	170,90	1.036.800.000	96	11.388,48
280.800.000	26	80,52	669.600.000	62	184,71	1.058.400.000	98	44.638,30
302.400.000	28	82,42	691.200.000	64	200,82	1.069.200.000	99	176.763,21
324.000.000	30	84,53	712.800.000	66	219,75	1.074.600.000	99,5	703.513,17
345.600.000	32	86,88	734.400.000	68	242,20	1.077.840.000	99,8	4.383.763,14
367.200.000	34	89,50	756.000.000	70	269,13	1.078.920.000	99,9	17.517.513,13
388.800.000	36	92,40	777.600.000	72	301,80	1.079.892.000	99,99	1.750.175.013,13

- 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

- I ricercatori della NASA hanno calcolato la probabile **data di colonizzazione di diversi pianeti nel Sistema Solare** e oltre, tra cui Proxima Centauri, **entro il 2254**. La previsione è basata sulla potenza di software necessaria per realizzarla.
- L'uomo potrebbe, secondo questa previsione, raggiungere una luna di Giove nel 2076 e il sistema Trappist-1 nel 2290, ma un programma di esplorazione spaziale aggressivo e sostenuto, che includa la colonizzazione, è essenziale per la sopravvivenza a lungo termine della razza umana

- Infatti nel futuro non possiamo escludere che si riesca ad attivare tipologie di “spostamento” del tutto diverse da quelle tradizionali, basate sul concetto di **curvatura dello spazio o di tunnel spazio-temporali**
- Questo ci consentirebbe di coprire immense distanze in pochissimo tempo
- Concetti al momento solo teorici

Il motore a curvatura

43

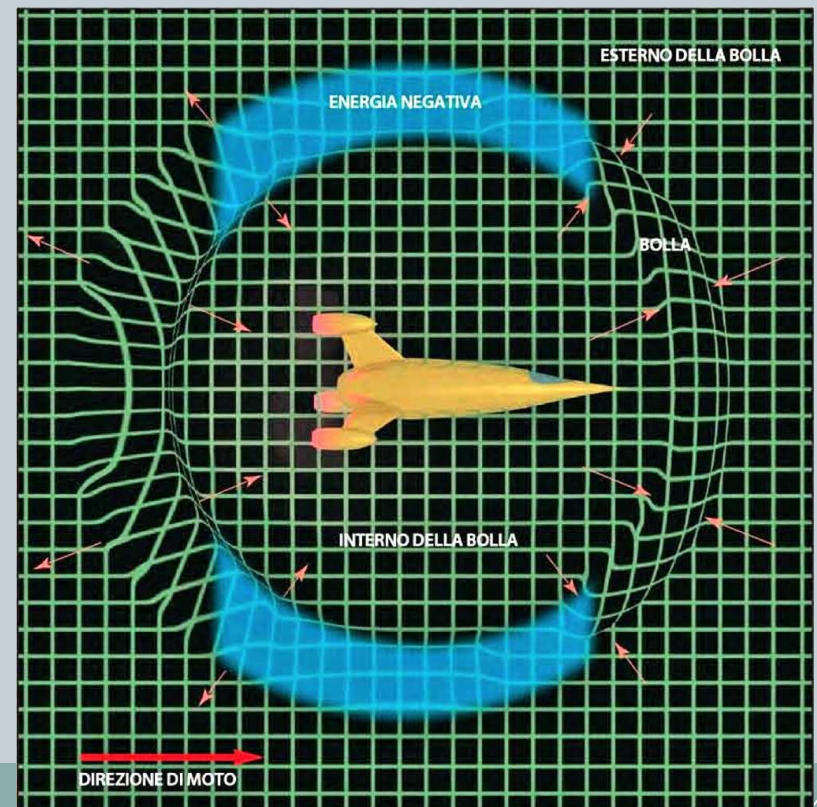
- Nessun corpo può viaggiare a velocità superiori a quelle della luce ma lo spazio si può contrarre ed espandere a qualsiasi velocità.
- Un'astronave dotata di motore a curvatura potrebbe quindi “piegare” lo spazio circostante accorciando le distanze ma muovendosi comunque localmente a velocità inferiori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

- **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

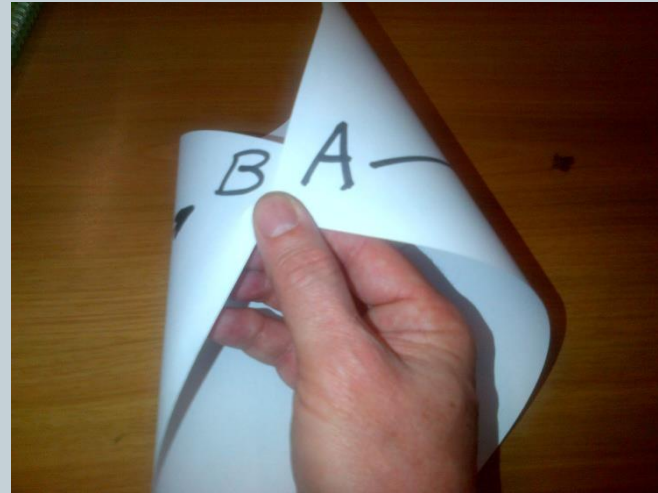
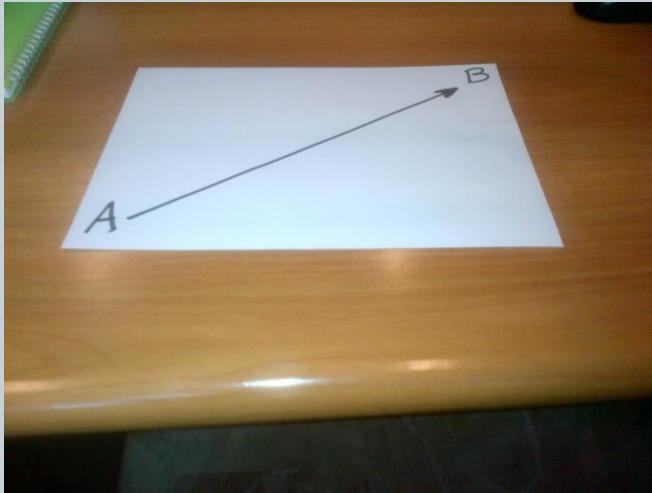
45

- [Video : il motore a curvatura](#)



Il tunnel spazio temporale

46

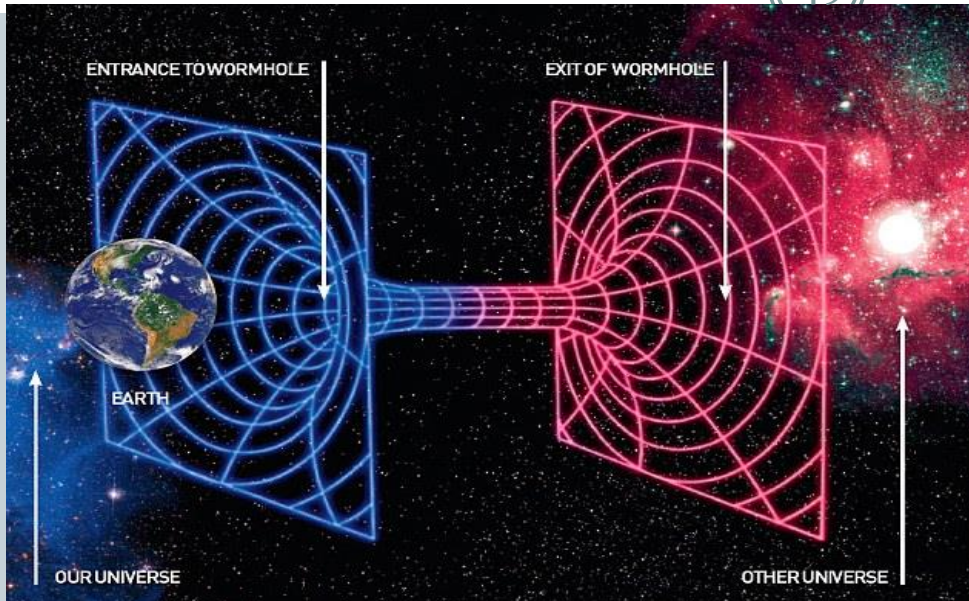


- Detto anche **Ponte di Rosen–Einstein** o **Wormhole**.
- La teoria è complessa, ma l'effetto (fantascientifico) è semplice: il wormhole è una **scorciatoia tra un punto e un altro dell'universo**. Permetterebbe perciò di percorrere una distanza qualunque in un tempo non istantaneo, ma infinitamente 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.

Viaggi nel tempo?

48

- 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)



- [Video: Ponte di Rosen Einstein](#)

- Il teletrasporto, così come descritto nelle opere di fantasia, è lontano dall'essere realizzato, tuttavia costituisce uno dei maggiori soggetti di ricerca tra i fisici di tutto il mondo che operano nel campo della meccanica quantistica.
- Si possono avere due tipologie di teletrasporto:
 - Duplicazione del soggetto
 - Smaterializzazione e rimaterializzazione del soggetto

- Quanto siamo vicini al teletrasporto degli esseri umani?
- Ciò presuppone l'esistenza finale di una vera e propria “magia tecnica”, in base alla quale gli esseri umani vengono scansionati, smontati e immediatamente riassemblati particella per particella in una posizione completamente diversa.
- Un modo facile e istantaneo di viaggiare, dando per scontato che alcune parti cruciali di te non si perdano nel processo.
- I ricercatori hanno fatto progressi verso questo obiettivo, ma su scala molto ridotta. Hanno ottenuto successi nel teletrasporto di fotoni (particelle di luce) e di atomi come il cesio e il rubidio.

- Ricercatori cinesi hanno ottenuto la sincronizzazione istantanea di una coppia di **fotoni** distanti 500 km l'uno dall'altro, il primo in laboratorio e il secondo in orbita attorno alla Terra.
- L'esperimento è complesso ed è - per le tecnologie implicate e per il significato - molto distante da ciò che a molti piacerebbe immaginare: il Teletrasporto.
- Nulla viene trasmesso, non c'è connessione fisica tra le due particelle: sono "semplicemente" **entangled**, *accoppiate*, *sincronizzate*... Ecco, questo è quello che chiamiamo teletrasporto.
- **OK... A CHE COSA SERVE?** In teoria non c'è una distanza limite per l'entanglement: 1 metro oppure 13 miliardi di anni luce, non fa differenza. Quella di una coppia di particelle accoppiate è però una condizione molto particolare e delicata, che può facilmente interrompersi e della quale la scienza sa ancora poco.

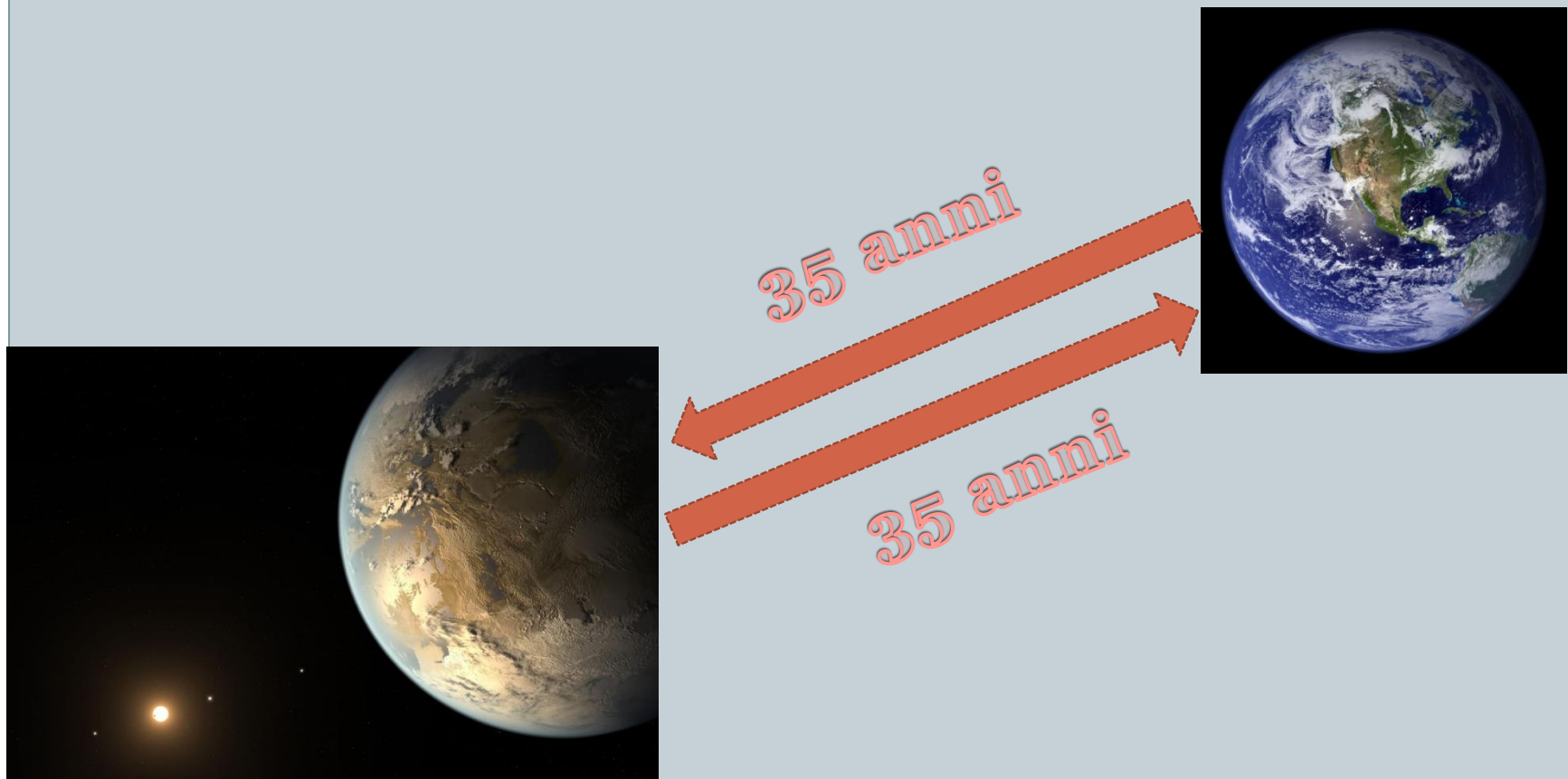
- Secondo il quale nel 1943 un cacciatorpediniere da 1650 tonnellate di stazza sarebbe scomparso dal molo della città della Pennsylvania per ricomparire a Norfolk, ovvero a 360 km di distanza in linea d'aria. Dopo pochi minuti la nave sarebbe scomparsa di nuovo per tornare esattamente al luogo d'origine.
- Ritorno

- Lo stiamo facendo da una 70ina di anni
- Non è detto che altri sappiano captarli (per esempio se nel 1800 ne avessimo ricevuti noi, allora non si aveva 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

55

- 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.



- 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

- 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

- 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.

I messaggi lanciati nello spazio

60

- Dal dopoguerra si è iniziato a lanciare nello spazio messaggi destinati agli alieni
- Fatta eccezione per una segnalazione “sospetta” non abbiamo mai ricevuto risposte
- Questo significa soltanto che entro un raggio di 35 anni luce non ci sono intelligenze aliene
- Ma in un raggio di 35 AL ci sono soltanto qualche centinaio di stelle rispetto ai 200- 400 miliardi presenti nella Via Lattea

- 1947 : **Progetto Diana** , primo messaggio inviato destinato agli alieni
- 1962 : messaggio **Morse Code** indirizzato verso Venere
- 1972-73 **Placca Pioneer**
- 1974 messaggio di **Arecibo**
- 1977 il CD sul **Voyager**
- 1977 ricezione messaggio “**WOW**”