

# Far(far)out: c'è la conferma è il più distante di tutti

1

- Diametro stimato attorno ai 400 km e distanza da record: 175 unità astronomiche. È Farfarout, l'oggetto più lontano che sia mai stato osservato nel Sistema solare: al momento si trova a circa 20 miliardi di km dal Sole. La conferma è arrivata dagli stessi astronomi che nel 2018 ne fecero la scoperta
- Quando è stato scoperto, nel gennaio del 2018, è stato subito chiaro che il transnettuniano Fararout dovesse essere tra gli oggetti celesti più distanti mai osservati nel Sistema solare . Ora, grazie nuove osservazioni condotte da diversi telescopi da Terra che hanno permesso di definire meglio l'orbita (11 febbraio 2021)

# L'Universo è costituito da

2

- Stelle
- Pianeti
- Satelliti
- Asteroidi
- Galassie
- Ammassi di galassie
- Superammassi di galassie
- Gas Interstellare
- Materia Oscura
- Buchi neri

# Il Gas Interstellare

3

- Materia presente nello spazio tra le stelle e costituita per **il 99% da gas e per il restante 1% da grani di polvere di piccolissime dimensioni**. La polvere interstellare assorbe e diffonde la luce delle stelle, indebolendone l'intensità. Il gas è costituito soprattutto da idrogeno (75%) ed elio (25%)

# La materia oscura

4

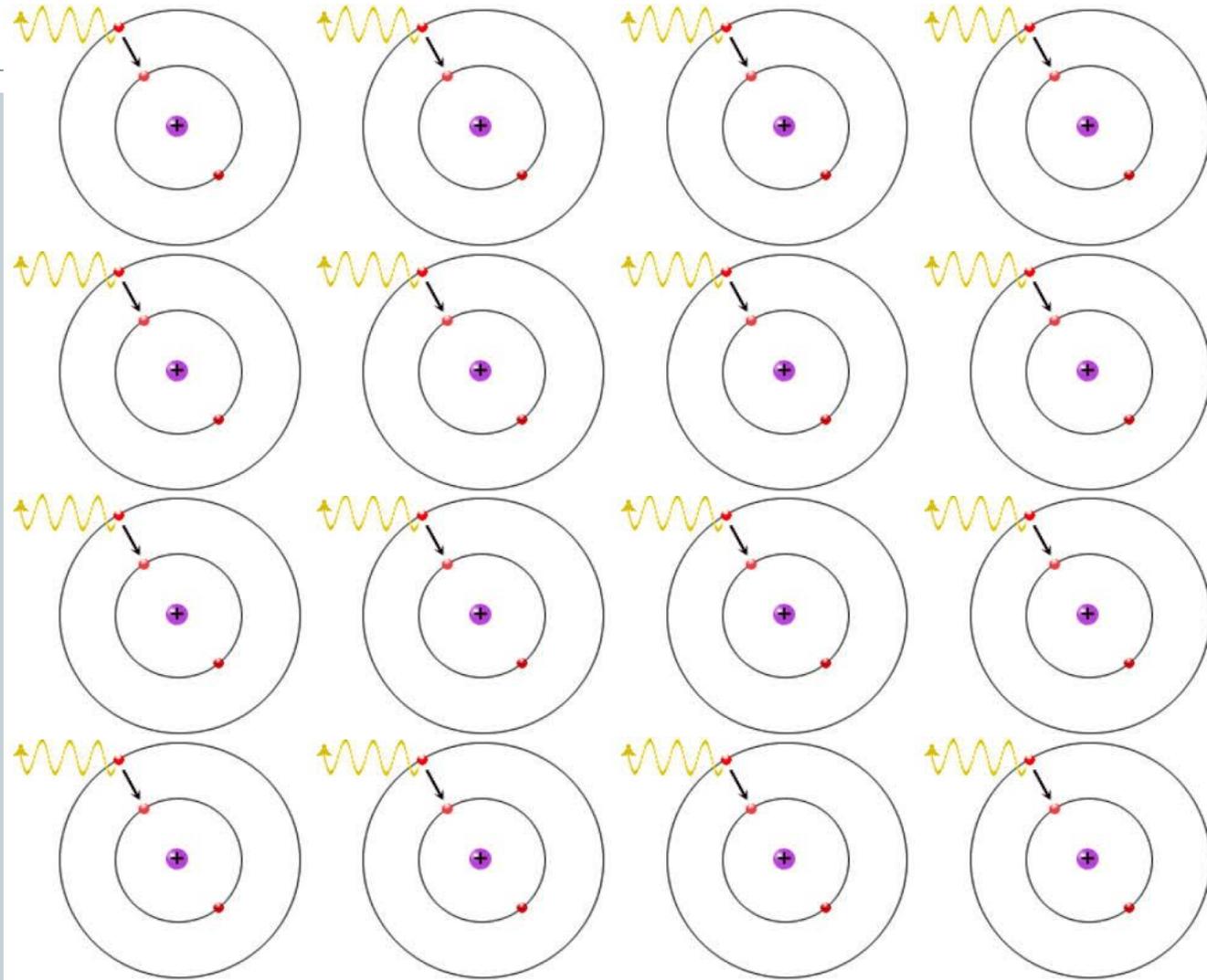
- **La materia di cui siamo fatti noi**, i pianeti e le galassie, tutta insieme **fa solamente il 4,9 per cento della materia dell'Universo. Il 26 per cento** circa del cosmo **è materia invisibile**: non sappiamo di che cosa sia effettivamente fatta. Il restante 69 per cento circa dell'Universo è "energia oscura", della quale sappiamo... poco o nulla. Il fatto che la materia più diffusa nell'Universo sia "oscura" non significa solo che è invisibile ai nostri occhi o quasi del tutto sconosciuta: è oscura perché non emette alcun tipo di radiazione elettromagnetica, né nello spettro della luce visibile, né nei raggi X e nemmeno nelle altissime energie.

# Come facciamo a sapere che c'è?

5

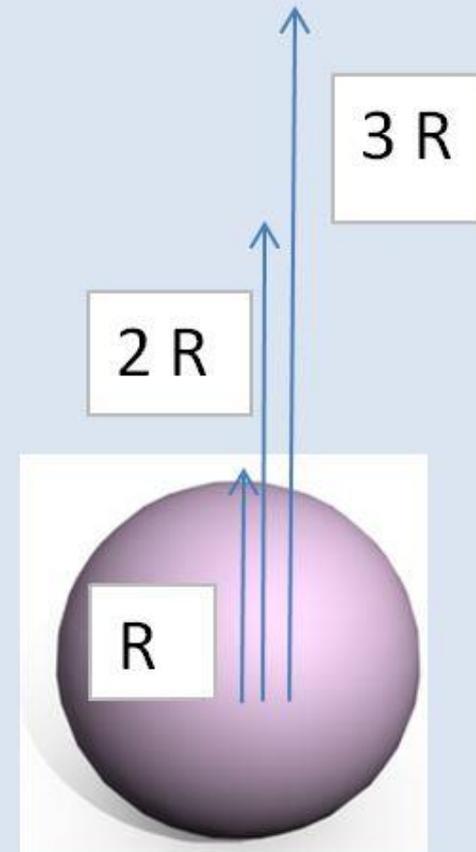
- Per esempio con il fatto che le galassie esercitano una forza di attrazione gravitazionale più grande di quella attribuibile alla sola materia visibile
- La materia oscura è anche necessaria per spiegare perché le stelle più esterne ruotano così velocemente attorno al centro della loro galassia.

- La massa responsabile della gravità è tutta concentrata nel nucleo dell'atomo, il quale nucleo è piccolissimo rispetto all'atomo ( $1/100.000$ )
- La Forza di Gravità dipende dalla massa e dalla distanza tra i due corpi ( $F = m_1 \times m_2 / d^2$ )
- Quando una stella è troppo grande “collassa” e di ogni atomo rimane solo il suo nucleo



Distanza	Peso
KM	KG

1 R	6.300	70,000
2 R	12.600	17,500
3 R	18.900	7,778
4 R	25.200	4,375
5 R	31.500	2,800
1/2 R	3.150	280
1/3 R	2.100	630
1/4 R	1.575	1.120
1/5 R	1.260	1.750
1/10 R	630	7.000
1/100 R	63	700.000



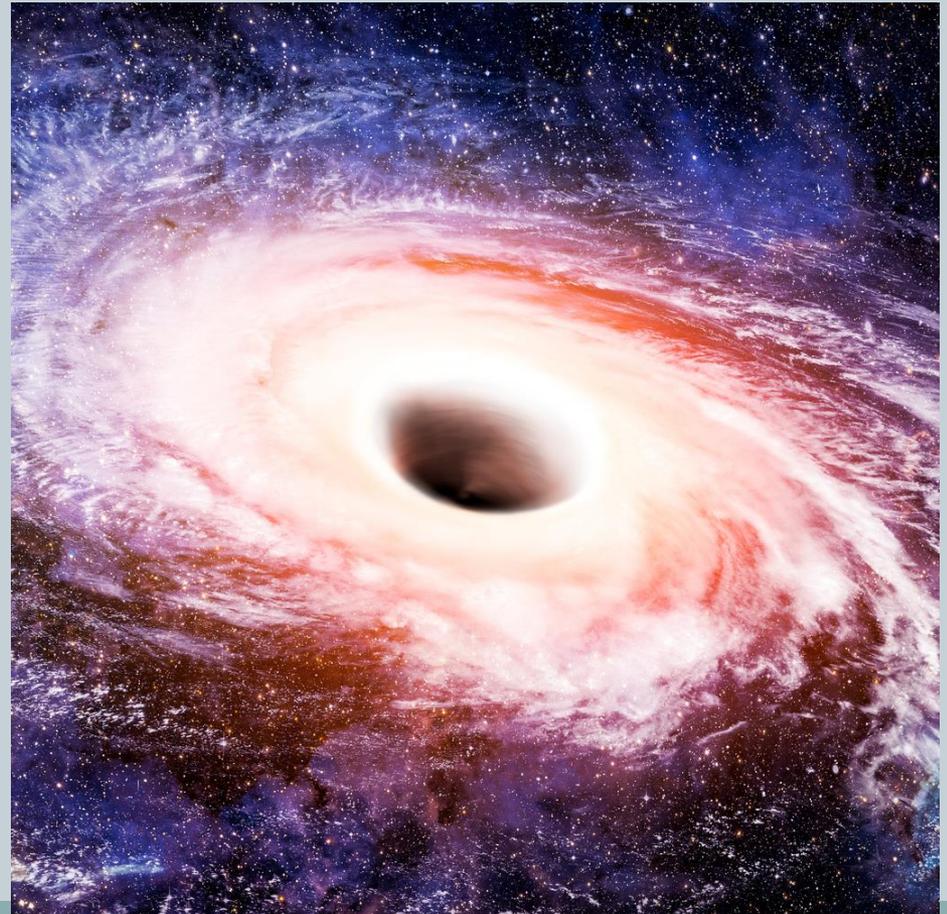
Raggio	6.300	3.150	2.100	1.575	63
Rapporto	1	1/2	1/3	1/4	1/100
Peso	70	280	630	1.120	700.000



- Un **buco nero** è una **regione dello spazio** in cui il **campo gravitazionale** è così **forte** che qualsiasi cosa giunga nelle vicinanze viene attratta e catturata, senza possibilità di sfuggire all'esterno. In teoria **si può paragonare un buco nero ad una Stella**, caratterizzata da una massa dieci volte superiore a quella del Sole, che si contrae, aumenta la sua densità e crolla sotto il proprio peso concentrando la propria massa in un unico punto detto, appunto, **buco nero**.

- **I buchi neri vengono classificati in base alla loro massa  $M$ , indipendentemente dal loro momento angolare  $Q$  o dalla loro carica elettrica  $J$ . Esistono fondamentalmente **quattro categorie di buchi neri**:**
- **Supermassicci (da 1 mld a 1 mln di Soli)**
- **di massa intermedia (1.000 volte il Sole)**
- **Stellari (da 3 a 30 volte il Sole)**
- **Micro buchi neri (minori della Luna)**

- [Filmato i Buchi neri 2](#)
- [Filmato : stella divorata da un Buco Nero](#)



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

<b>Kepler</b>	Ricerca di esopianeti	2009	2018	Kepler ha osservato oltre 500.000 stelle e rilevato circa 3.000 pianeti	<b>Tess</b>
---------------	-----------------------	------	------	---	-------------

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

<b>ISS</b>	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

15

- 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

16



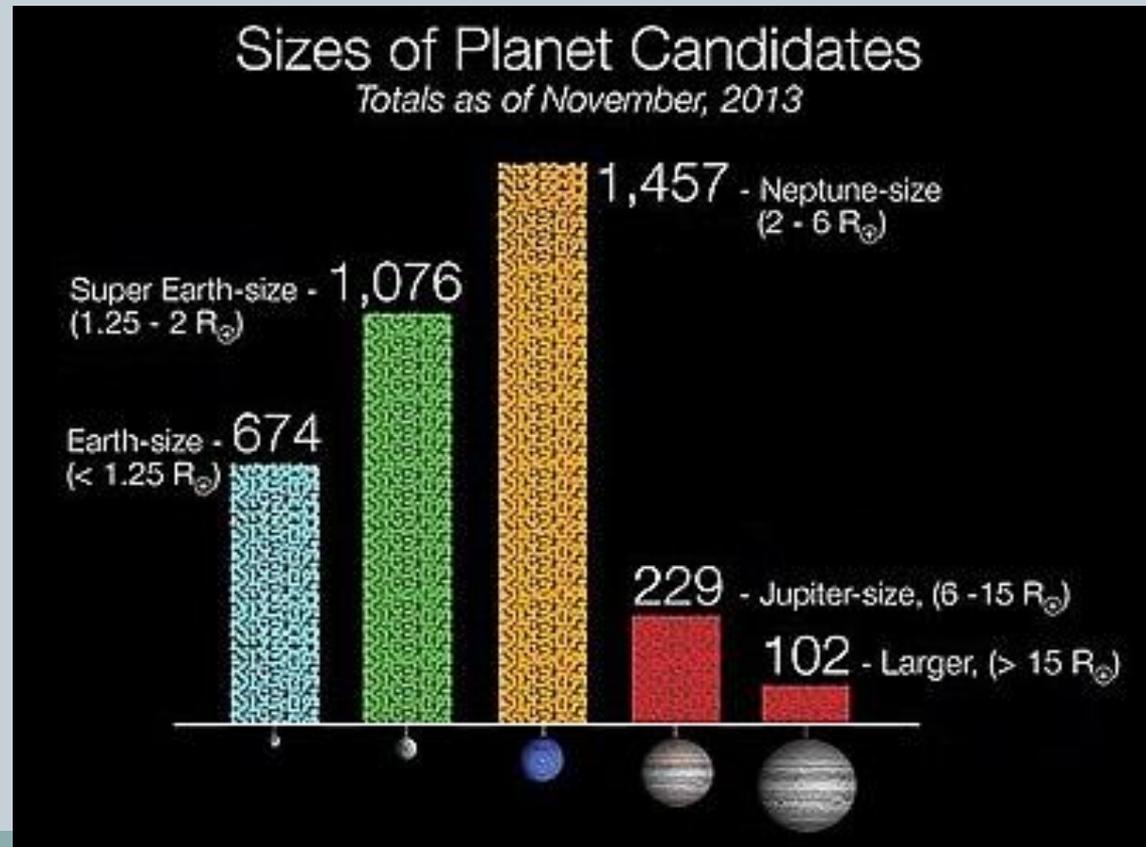
# Telescopio spaziale Kepler

17

- 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](#)



# Kepler

20



- 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

22



# Come si individuano gli Esopianeti

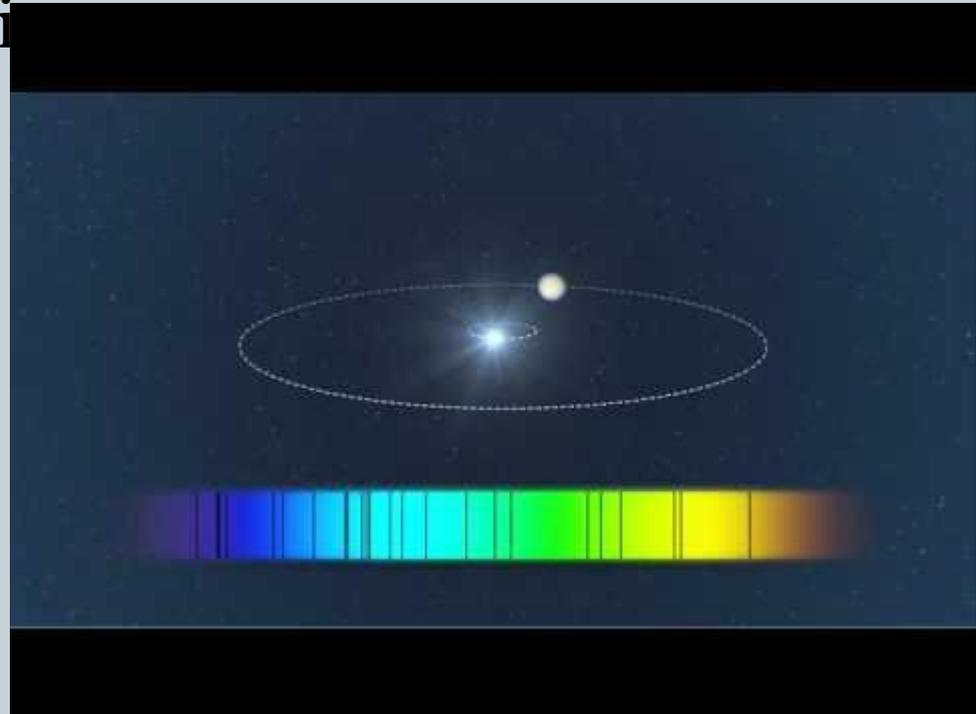
23

- 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)

# Velocità radiale

24

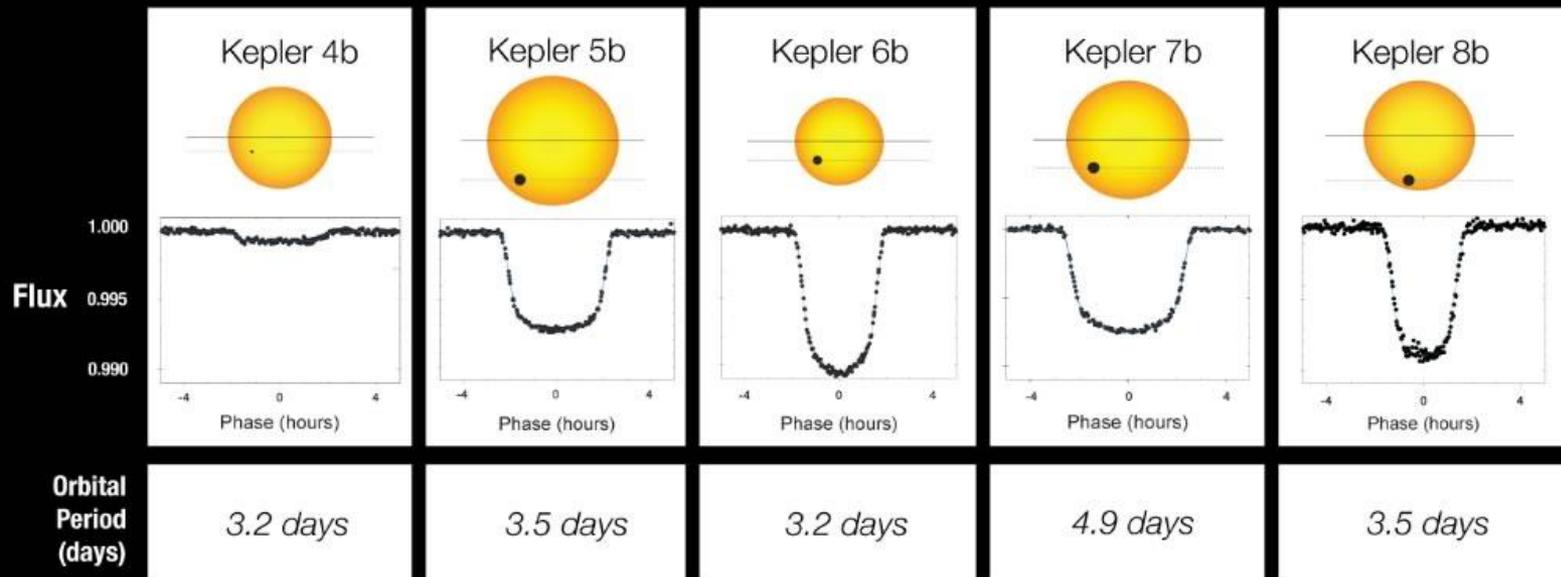
- Per quanto piccolo un pianeta esercita una forza di gravità verso la sua stella attirandola nel suo percorso di rivoluzi



# Metodo del transito

25

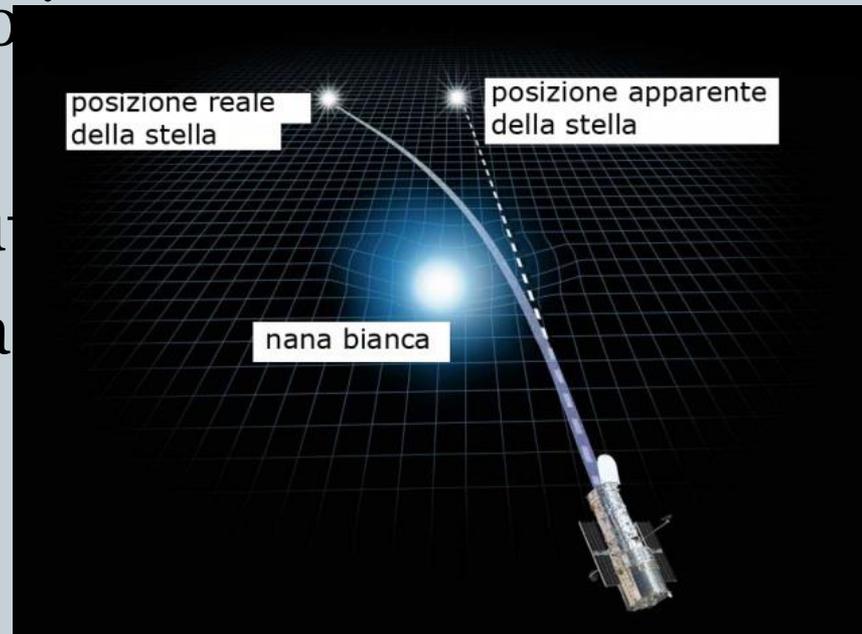
## Transit Light Curves



# La lente gravitazionale

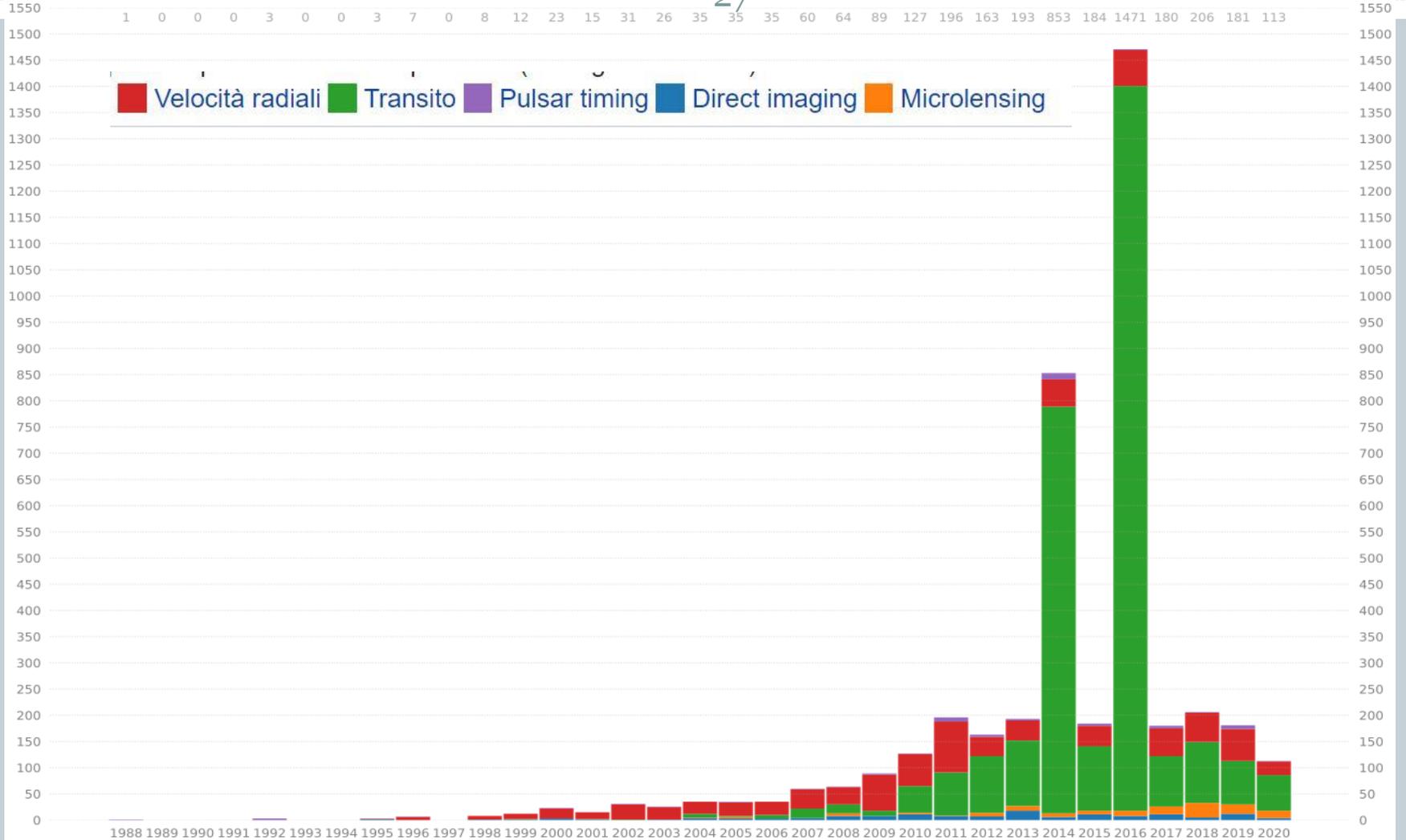
26

- 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 (gennaio 2020)

27



# Numero di esopianeti scoperti

28

- Mappa degli esopianeti scoperti



# Quindi ..

29

- 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 (tradiatale 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?

32

- *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*

# Le domande di sempre

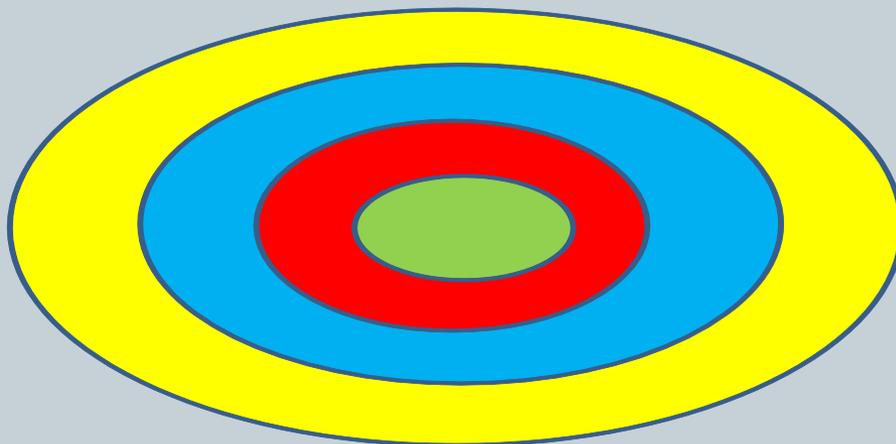
33

- 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

34

- 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

35

- 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

36

- Dimensioni del pianeta analoghe a quelle terrestri
- Temperatura inferiore almeno ai  $100^{\circ}$  e superiore ai meno  $50^{\circ}$
- Conformità rocciosa del pianeta
- Presenza di acqua e protezione dalle radiazioni magnetiche
- Presenza di atmosfera
- Sistema stellare “maturo”

# L'Equazione di Drake

37

- 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

38

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

39

- 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

40

- 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

41

- **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

43

- 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

44

- 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

45

- 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

46



- 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

48

- 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



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

# 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

- 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



- 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

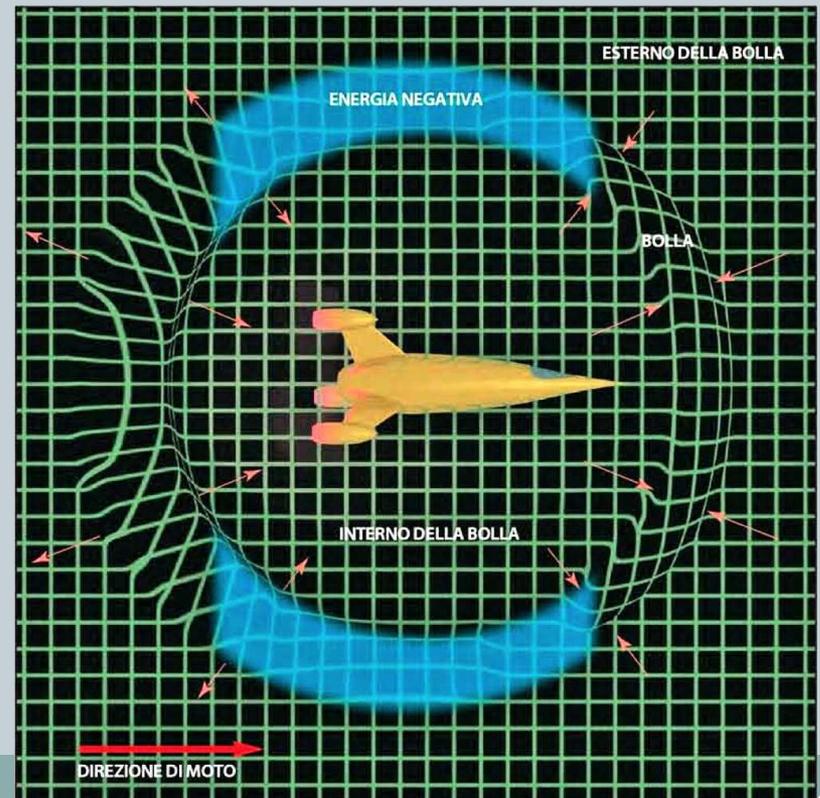


- **La velocità di curvatura potrebbe diventare realtà nei prossimi 100 anni.**
- Lo pensano in molti, l'ultimo in ordine di tempo è l'astrofisico Geraint Lewis dell'Università di Sydney.
- La sua idea si basa sul fatto che la velocità di curvatura è parte della teoria della relatività di Einstein, il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

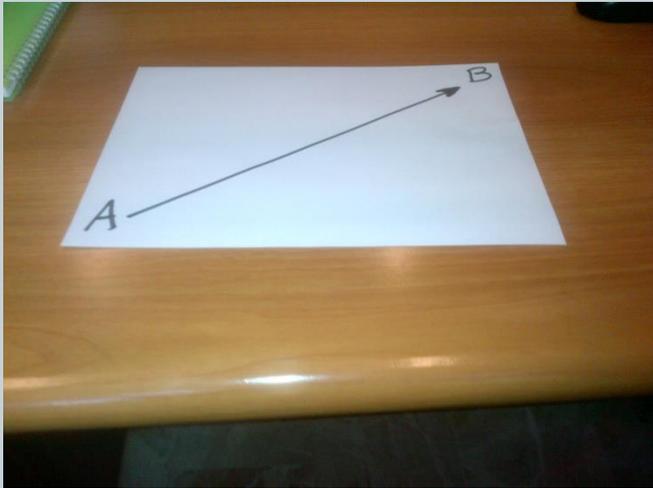
# Il motore a curvatura



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



# Il tunnel spazio temporale



# Il tunnel spazio temporale

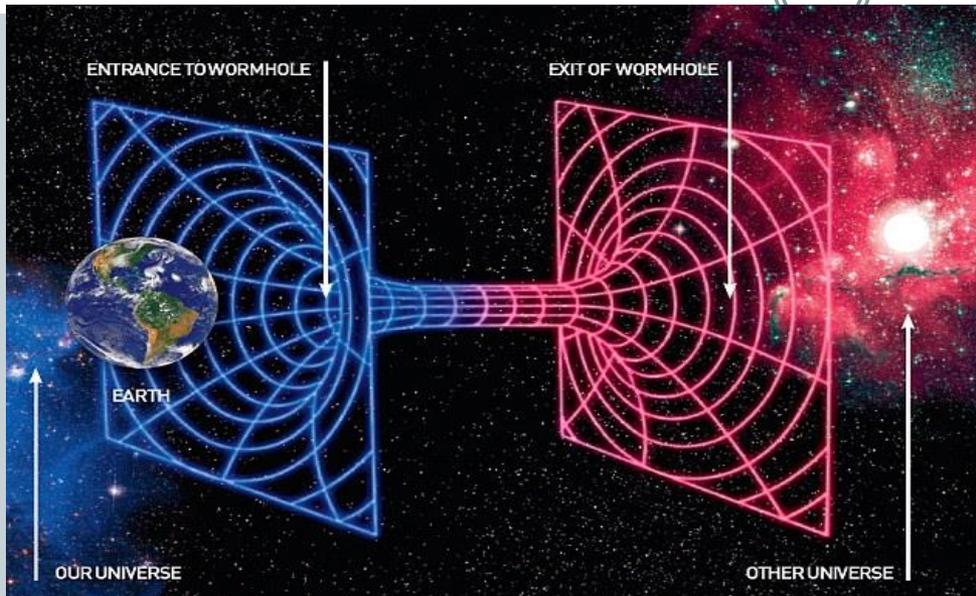


- Detto anche **Ponte di Rosen–Einstein** o **Wormhole**.
- La teoria è complessa, ma l'effetto (fantascientifico) è semplice: il wormhole è una **scorciatoia tra un punto e un altro dell'universo**. Permetterebbe perciò di percorrere una distanza qualunque in un tempo non istantaneo, ma infinitamente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

# Viaggi nel tempo?



- 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](#)
- [Ritorno](#)