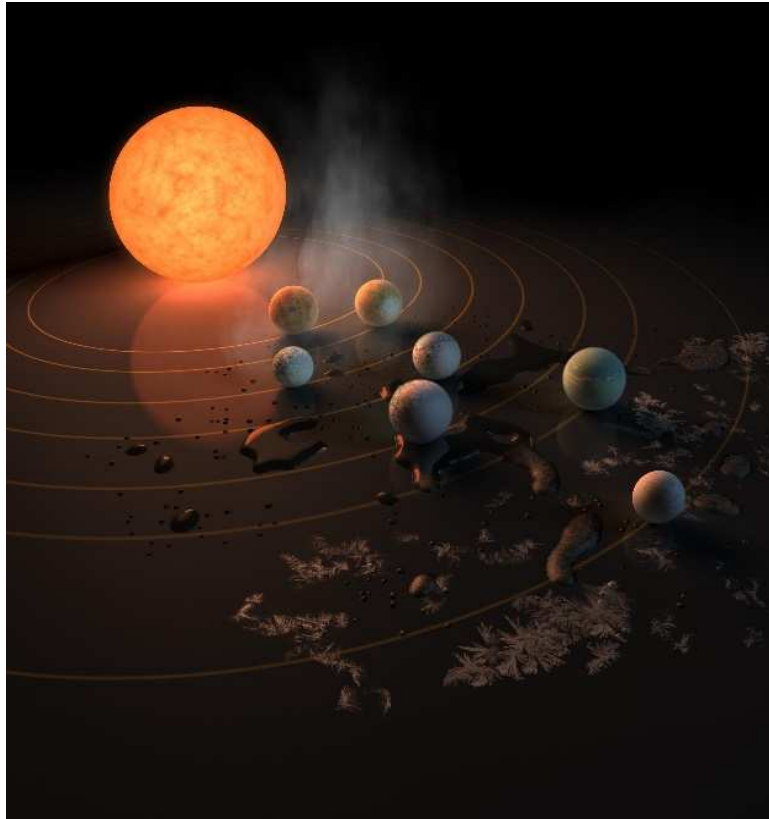


TRAPPIST -1, LA "RIVOLUZIONE" DEI SISTEMI PLANETARI

un percorso attraverso un sistema extrasolare

di **Alessandro Canziani**



Il 22 febbraio del 2017 la Nasa ha tenuto una conferenza principalmente incentrata sugli esopianeti.

Nel corso di essa l'azienda spaziale americana ha annunciato di avere scoperto, grazie all'utilizzo del telescopio Trappist, un sistema solare dalle caratteristiche molto singolari.

Trappist, acronimo in inglese di TRAnsiting Planets and Planetesimals Small Telescope–South, che significa "Piccolo telescopio per pianeti e planetesimi in transito", è un telescopio robotico belga (situato in Cile) il quale ha iniziato ad osservare il cosmo l'9 giugno 2010.

Nel 2015 il telescopio è stato utilizzato da un gruppo di astronomi belgi capitanati da Michaël Gillon col fine di osservare la stella nana ultrafredda 2MASA J23062928-0502285, ora nota anche come TRAPPIST-1.

La stella è situata a 12 parsec (39 anni luce) dal nostro sistema solare, e fa parte della costellazione dell'Acquario; è una piccola nana rossa la quale possiede l'8% della massa solare, con una temperatura di 2550 K (il sole è ad una temperatura di 5778 K) e ha raggio pari al 12% di quello solare.

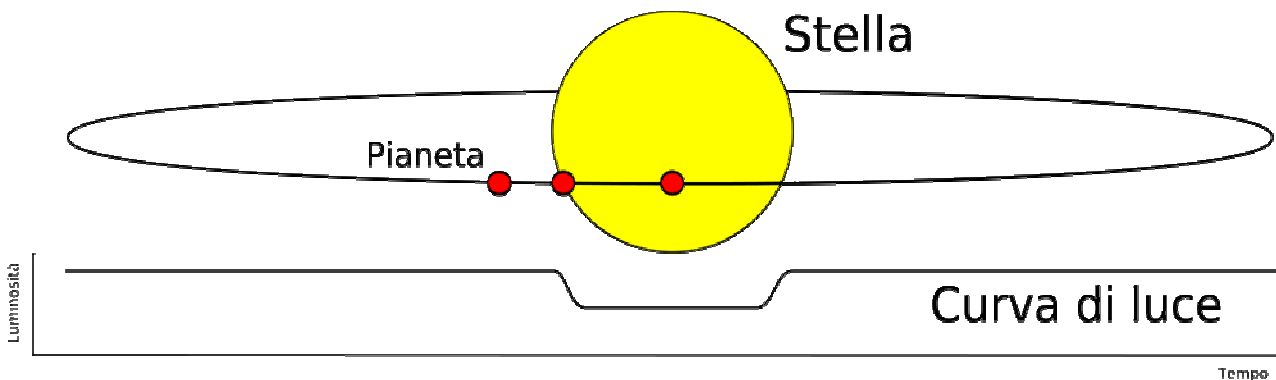
Si pensa che la stella abbia un'età di circa mezzo miliardo di anni e grazie alla sua conformazione sarà in grado di vivere molto più a lungo di una stella di tipo solare.

Durante l'osservazione della stella, gli astronomi hanno utilizzato il metodo del transito. Esso consiste nella rilevazione della diminuzione di luminosità della curva di luce di una stella quando un pianeta transita di

fronte alla stella madre. La diminuzione è legata alla dimensione relativa della stella madre, del pianeta e della sua orbita.

Si tratta di un metodo fotometrico che funziona solo per i pianeti la cui orbita è perfettamente allineata col nostro punto di vista; questo metodo possiede però l'enorme vantaggio di poter essere utilizzato fino a grandi distanze.

Solitamente le osservazioni di questa tipologia avvengono al di fuori dell'atmosfera terrestre grazie a telescopi spaziali, in quanto tutto il rumore fotonico causato dall'atmosfera è eliminato e si possono ottenere curve di luce con precisione dell'ordine di 1 mmag (millimagnitudine) le quali rendono possibile l'osservazione di pianeti simili alla Terra.



Grazie all'utilizzo di questo metodo gli astronomi belgi hanno scoperto la presenza di tre pianeti della dimensione della Terra e quello più esterno pare essere situato all'interno della zona abitabile della stella.

I risultati della ricerca sono stati pubblicati nel maggio del 2016, e nel 2017 il sistema planetario è stato analizzato dal telescopio spaziale Spitzer.

Questo telescopio è un osservatorio spaziale che utilizza uno specchio di 85 cm di diametro raffreddato a 5,5 Kelvin, temperatura necessaria per eliminare l'emissione termica del telescopio che andrebbe a sovrapporsi alla radiazione infrarossa osservata.



La radiazione viene raccolta e analizzata da tre strumenti: IRAC (InfraRed Array Camera), una camera infrarossa, IRS (InfraRed Spectrograph), spettrografo a media o bassa risoluzione spettrale e MIPS (Multiband Imaging Photometer for Spitzer), fotometro che consente di acquisire immagini e misure fotometriche in 3 bande del medio e lontano infrarosso.

Grazie all'utilizzo del telescopio Spitzer, gli esperti sono stati in grado di individuare ulteriori quattro pianeti intorno alla nana rossa TRAPPIST-1 portando così a 7 il numero di pianeti individuato.

Il sistema planetario scoperto ha suscitato molto interesse tra la comunità scientifica poiché presenta delle caratteristiche molto peculiari:

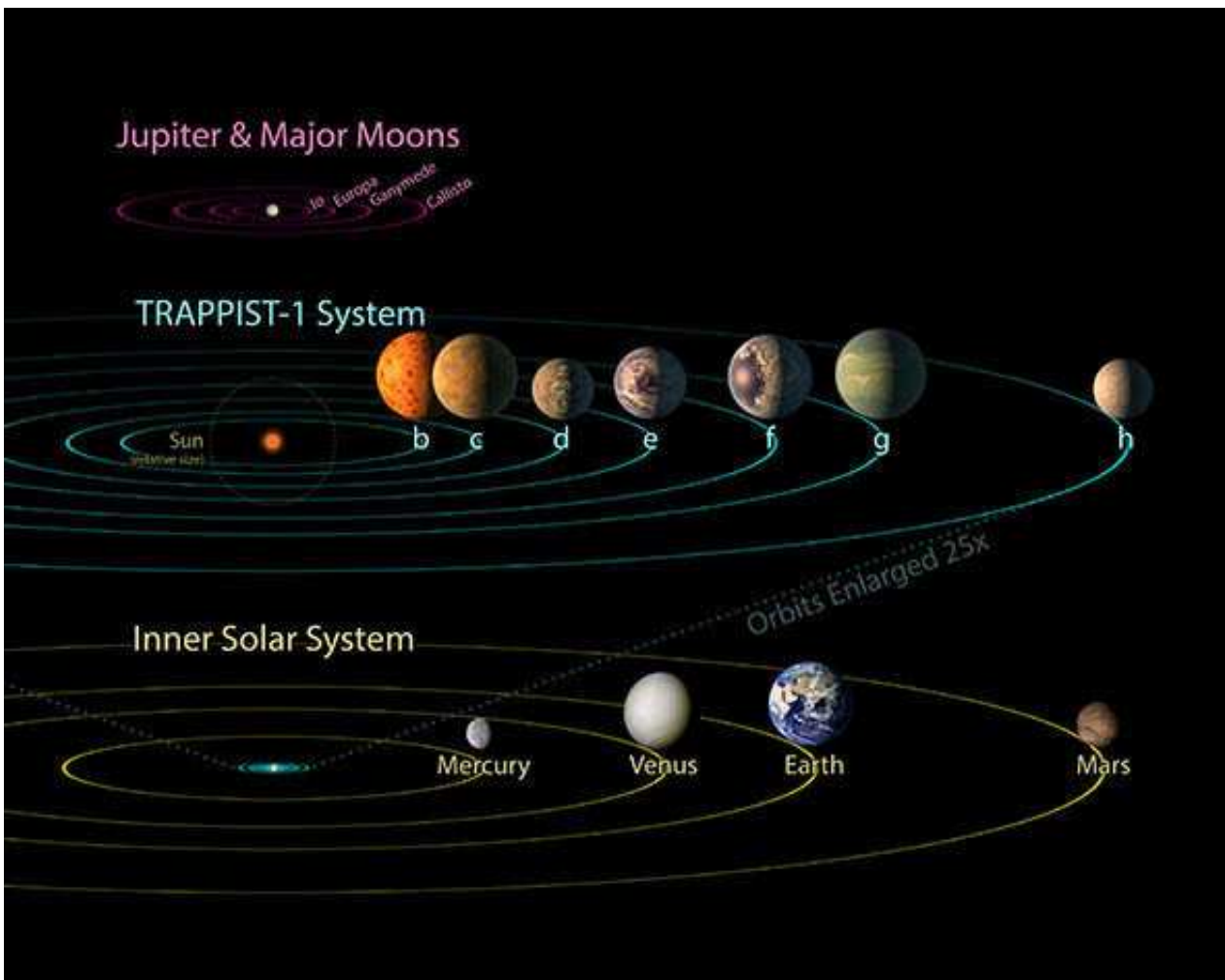
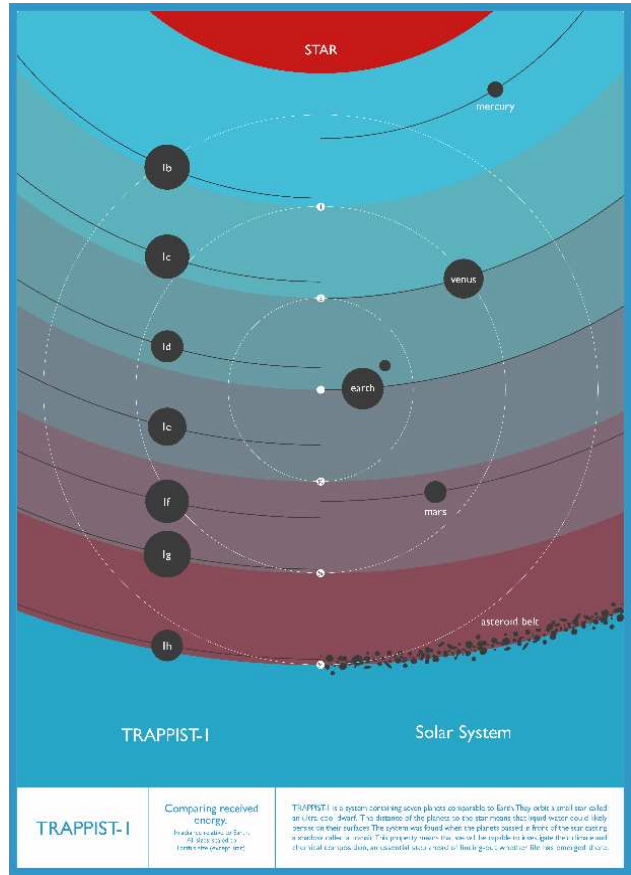
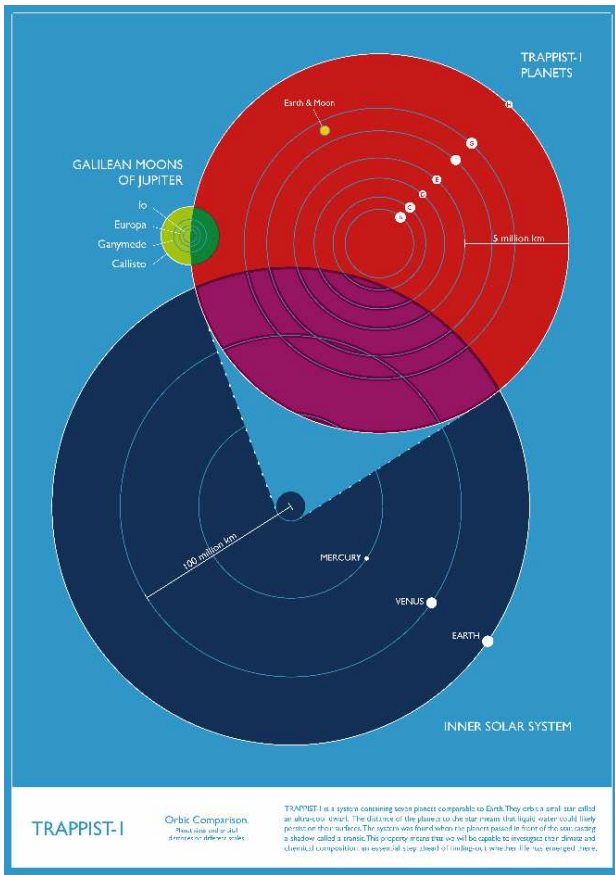
Il sistema è anzitutto molto compatto, il pianeta h (quello più distante) è situato a 0.06 unità astronomiche dalla stella, il più vicino a 0.01 UA (Mercurio è ad esempio lontano 0.39 unità astronomiche dal Sole).

Questo rende paragonabile il sistema (per dimensioni dei pianeti e per la loro distanza dalla stella) più che al nostro sistema solare a Giove e le sue lune.

Gli astronomi, grazie all'osservazione attenta dei dati e ai successivi calcoli, hanno determinato che i pianeti hanno dimensioni paragonabili a quelle della Terra e che le loro orbite sono molto piccole messe in proporzione con quelle dei pianeti del nostro sistema solare: TRAPPIST-1b, il più vicino alla stella, impiega un giorno e mezzo terrestre per effettuare un giro completo intorno ad essa (a differenza dei 365 giorni per un'orbita completa intorno al Sole), mentre il più distante ci mette meno di un mese.

È inoltre fondamentale precisare che l'importanza di TRAPPIST-1 è dettata dal fatto che non era mai capitato in precedenza (solo all'inizio degli anni Novanta furono identificati i primi esopianeti, ovvero pianeti che si trovano all'esterno del nostro sistema solare cioè che orbitano intorno a stelle diverse dal Sole, mentre è solo da qualche anno che, grazie a telescopi in grado di misurare con maggior precisione le variazioni nella luminosità stellare, gli scienziati sono stati in grado di scoprire pianeti rocciosi o in orbita intorno a stelle simili al nostro Sole. In pochi anni si è passati dal conoscere 8 pianeti a scoprirne migliaia e migliaia che orbitano intorno alle innumerevoli stelle che popolano la Via Lattea) che gli astronomi trovassero così tanti pianeti con caratteristiche del tutto simili alla Terra in orbita attorno alla stessa stella.

TRAPPIST-1 è una nana rossa, il tipo di stella tra più comune nella nostra galassia, quindi osservandone altre si potrebbero identificare nuovi sistemi solari. Quello da poco scoperto può inoltre diventare un riferimento per i ricercatori, e spingere a nuove analisi col fine di ottenere una maggiore comprensione dei suoi pianeti.



Tra i sette pianeti, tre di essi (Trappist-1 e, f, g) paiono essere situati nella zona abitabile della stella, ciò a causa della loro densità e della loro orbita che combinate alla bassa temperatura presente sulla stella rende possibile la presenza di acqua a stato liquido e quindi della vita.

Ciò però non sta necessariamente a significare che i tre pianeti possano essere abitabili. Per esempio Venere e Marte, pur essendo situati nella fascia di abitabilità del Sole, non sono più abitabili. La vicinanza di una stella nana rossa che rilascia raggi X ed ultravioletti potrebbe non essere l'ideale per ospitare la vita, un altro punto da non sottovalutare è che questi astri sono ancora incredibilmente giovani: quando infatti il Sole avrà cessato la sua vita tra qualche miliardo di anni, Trappist-1 avrà ancora 10 trilioni (10 mila miliardi) di anni davanti a sé: c'è quindi la possibilità affinché la vita si evolva.

Due ricercatori (ManasviLingam della Harvard University a Cambridge e Abraham Loeb dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) hanno stimato l'eventualità che sul sistema di TRAPPIST-1 si siano verificati processi di "panspermia interplanetaria", trovando che la possibilità di essere avvenuta è molto più elevata rispetto al sistema solare. La panspermia interplanetaria è una delle teorie più affascinanti della ricerca sulla vita extraterrestre, che ha avuto un enorme impulso nell'ultimo decennio grazie soprattutto al numero sempre più grande di pianeti extrasolari scoperti.

Essa si basa sull'ipotesi che in tutto l'universo potrebbero formarsi organismi molto semplici, che potrebbero diffondersi sui pianeti grazie al trasporto delle comete o di altri oggetti celesti.

La panspermia è stata studiata in modo approfondito come probabile meccanismo di trasporto dalla Terra verso altri oggetti celesti, o da altrove verso la Terra. Lo stesso tipo di ipotesi possono essere applicate con TRAPPIST-1, i cui sei pianeti più interni sono probabilmente di tipo roccioso. Inoltre, cinque di essi sono simili alla Terra per dimensioni e i restanti due sono intermedi tra Terra e Marte.

Su questi pianeti vi è una forte probabilità che vi sia presente un'atmosfera simile a quella terrestre e un oceano di acqua liquida sul quarto, il quinto e il sesto pianeta, ovvero quelli situati nella "zona abitabile".

E se è probabile che su uno di questi pianeti abbia avuto origine la vita, è interessante anche capire se questa vita possa essersi diffusa anche sugli altri per effetto della panspermia, considerato che nel sistema TRAPPIST-1 i sette mondi sono molto vicini tra di loro, decine di volte più vicini di quanto non siano Terra e Marte, ciò potrebbe aver favorito il passaggio di organismi viventi da un pianeta all'altro.

Lingam e Loeb hanno così elaborato un modello quantitativo teorico applicato poi ai dati di TRAPPIST-1; i due ricercatori hanno concluso che la panspermia del sistema planetario è di alcuni ordini di grandezza più probabile rispetto alla coppia di pianeti Terra-Marte, e quindi molto più probabile che nel sistema solare.

Un ulteriore risultato di grande rilievo è che la panspermia non sarebbe solamente un processo che segue l'abiogenesi, cioè il passaggio dalla materia inorganica alle prime forme di vita su qualche pianeta, ma renderebbe più probabile anche l'abiogenesi. Le condizioni che favoriscono la propagazione di organismi elementari tra i pianeti sono infatti le medesime che facilitano trasporto e diffusione di diverse specie molecolari fondamentali per una chimica sempre più complessa, un presupposto indispensabile per la vita.

Le risposte riguardo alla presenza di vita sui pianeti che orbitano la stella Trappist-1 arriveranno con le rilevazioni che effettuerà il James Webb Telescope, satellite che forse sarà lanciato nel 2018, abbastanza sensibile da misurare la chimica dell'atmosfera di questi pianeti: trovarvi tracce di ozono, ossigeno, metano, vorrà dire avere segni più concreti dell'eventuale presenza di vita, occorrerà soprattutto cercare tracce di vapore d'acqua.

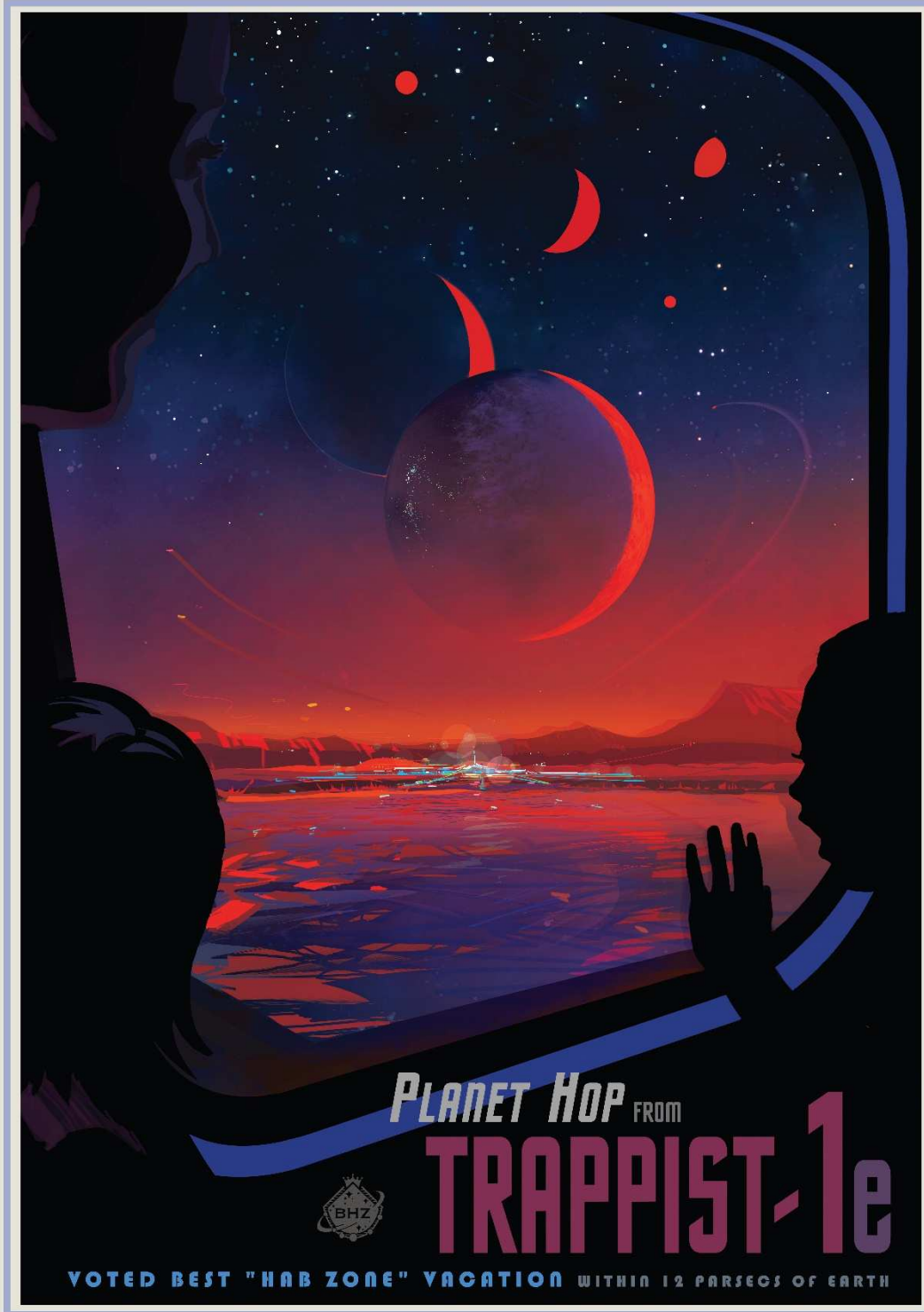
Attualmente raggiungere TRAPPIST-1 è impossibile, i motori usati per le astronavi non sono potenti a sufficienza e siamo molto lontani da produrne in grado di accelerare fino alla velocità della luce.

Anche se l'uomo ci riuscisse, ci vorrebbero 40 anni di viaggio per raggiungere TRAPPIST-1 e altrettanti per tornare indietro, troppi per una sola vita.

Con una sonda si potrebbero escludere i problemi di invecchiamento dell'equipaggio e il problema dell'accelerazione della navetta poiché non è possibile accelerare rapidamente il corpo umano senza causare danni.

Con le attuali conoscenze sarebbe comunque complicato raggiungere il sistema planetario anche sfruttando le spinte orbitali dei vari pianeti per guidare le sonde verso le loro destinazioni.

Senza sistemi per andare a velocità paragonabili a quelle della luce i tempi diventano comunque enormi: la sonda Voyager 1 è partita dalla Terra nel 1977 e da allora ha coperto una distanza di 20,6 miliardi di chilometri, cioè 0,002 anni luce.

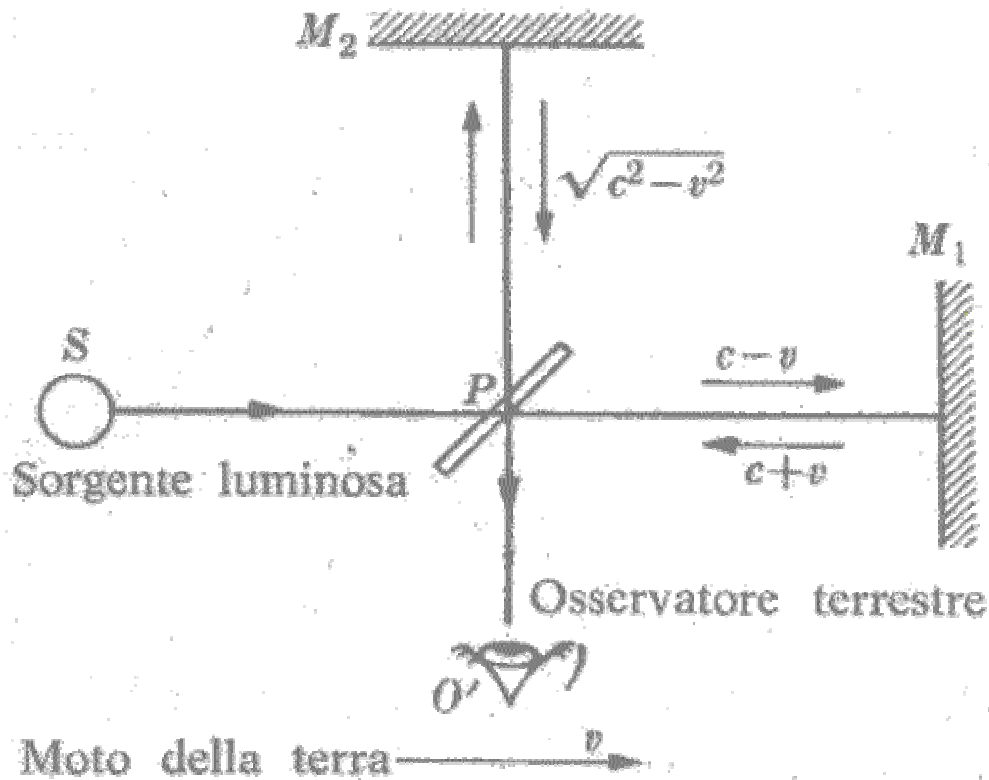


Some 40 light-years from Earth, a planet called TRAPPIST-1e offers a heart-stopping view: brilliant objects in a red sky, looming like larger and smaller versions of our own moon. But these are no moons. They are other Earth-sized planets in a spectacular planetary system outside our own. These seven rocky worlds huddle around their small, dim, red star, like a family around a campfire. Any of them could harbor liquid water, but the planet shown here, fourth from the TRAPPIST-1 star, is in the habitable zone, the area around the star where liquid water is most likely to be detected. This system was revealed by the Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope (TRAPPIST) and NASA's Spitzer Space Telescope. The planets also are excellent targets for NASA's James Webb Space Telescope. Take a planet-hopping excursion through the TRAPPIST-1 system.

Dal quinto pianeta, il più abitabile, si scorgerebbe una stella 10 volte più grande del Sole (perché molto vicina) e di color salmone. Gli altri pianeti apparirebbero due volte più grandi della Luna.

FISICA

Fino alla formulazione della teoria relativistica ristretta l'intera comunità scientifica era fermamente convinta dell'esistenza dell'etere, tuttavia questa incrollabile fede era destinata ad essere messa in discussione a causa dell'esperienza di Michelson-Morley.



Michelson rimase sempre scettico nei confronti della teoria della relatività ristretta (che comportava la scomparsa dell'etere), ed i suoi preconcetti tipici dei fisici sperimentali di stampo ottocentesco permasero fino alla morte.

Una possibile spiegazione dell'esito dell'esperimento fu fornita dal fisico George F. Fitzgerald (1851-1901) nel 1892 e dal fisico olandese Hendrik Lorentz (1853-1928) nel 1895.

Essi fecero osservare che i risultati potevano essere spiegati ammettendo che il braccio dell'interferometro in moto a causa del movimento della Terra si fosse accorciato. Lorentz spiegò ciò ipotizzando che il movimento attraverso l'etere poteva mutare le posizioni di equilibrio degli atomi.

Lorentz accettò che le equazioni di Maxwell fossero valide solamente in un sistema di riferimento dove l'etere è fermo. Egli si rese conto che ogni modifica nella forma di quelle equazioni avrebbe comportato che negli altri sistemi di riferimento le leggi (di natura sperimentale) dell'elettromagnetismo sarebbero state diverse comportando la possibilità di rivelare lo stato di moto della Terra rispetto all'etere.

Tutti gli esperimenti volti a rivelare lo stato di moto della terra rispetto all'etere avevano dato esito negativo, ciò comportava l'esistenza di trasformazioni (diverse da quelle galileiane) che lasciano invariate le equazioni di Maxwell.

Nel 1904 Lorentz scrisse queste trasformazioni che, oltre a coinvolgere le coordinate spaziali, per garantire il risultato corretto prevedono una trasformazione anche per il tempo, egli però non diede un significato fisico ad esso.

Le leggi di trasformazione che portano il suo nome furono formulate prima delle teorie sulla contrazione dei tempi e la dilatazione delle lunghezze ed è per questo che si parla di "contrazione di Lorentz" e non di "contrazione di Einstein".

Lorentz giustificava questa contrazione solo come una conseguenza delle modificazioni che subivano gli strumenti di misura quando cambiava il loro stato di moto rispetto al sistema di riferimento assoluto dell'etere.

Egli anticipò i risultati di Einstein sulla relatività ristretta senza capirne il senso fisico.

Einstein lavorò senza essere preoccupato di sfatare tabù che resistevano da Newton, egli comprese che, quando ci si muove a velocità prossime a quella della luce, spazio e tempo subiscono delle trasformazioni che non le rendono più entità assolute.

Se si dava credito all'esperienza di Michelson e Morley solo la velocità della luce appariva costante, uguale sia nella direzione del moto della Terra che in direzione opposta.

Einstein partì da questo presupposto assumendo come postulato che c sia invariante per tutti gli osservatori, basando la sua teoria su due postulati fondamentali:

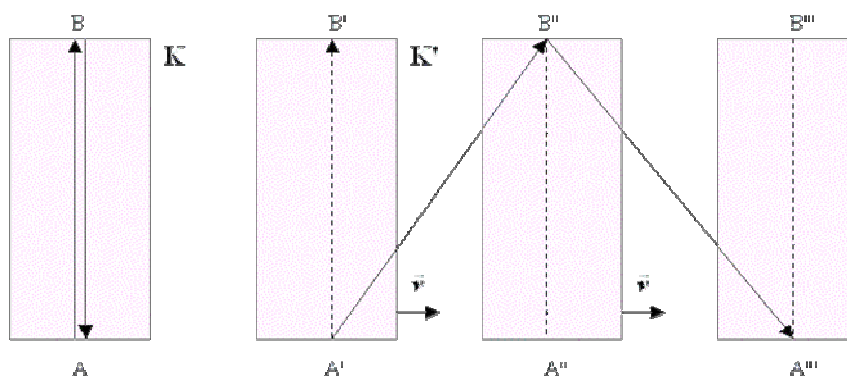
∅ **Le leggi della fisica sono le stesse in tutti i sistemi di riferimento inerziali. Non esiste un sistema inerziale privilegiato (Principio di relatività).**

∅ **La velocità della luce nel vuoto ha lo stesso valore c in tutti i sistemi inerziali (Principio della costanza della velocità della luce).**

Einstein rivoluzionò l'intero mondo della Fisica, il premio Nobel non fu assegnato però ad Einstein per la fondazione della Relatività, bensì per un suo articolo del 1905 nel quale egli interpretava l'effetto fotoelettrico sulla base dell'ipotesi quantistica formulata cinque anni prima da Max Planck.

Einstein è stato l'ideatore assoluto della relatività ed è l'ultimo esempio di una intera teoria creata da un uomo solo.

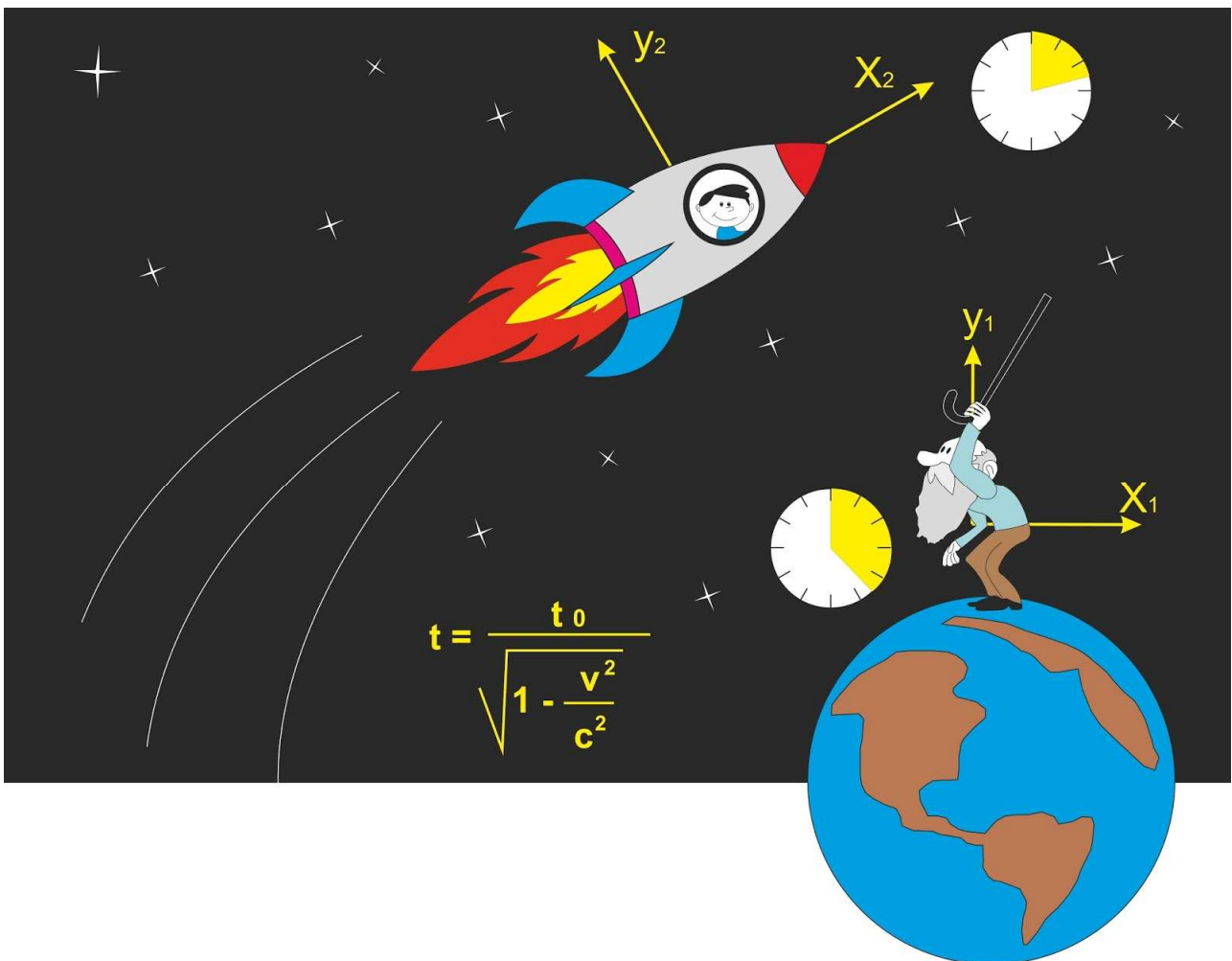
Il primo mito sfatato da Einstein fu quello del tempo assoluto. Uno dei cardini della fisica classica era la contemporaneità degli eventi fisici rispetto a tutti i sistemi di riferimento; Einstein dimostrò illusorio questo principio con il ragionamento dell'orologio a luce.



L'orologio a luce è un orologio che calcola il tempo tramite la riflessione di un raggio di luce fra due specchi piani e paralleli. Dati due orologi (sincronizzati) in quiete la partenza dei raggi di luce, la loro riflessione e la loro percezione saranno eventi contemporanei. Se invece uno si muove di moto relativo (quindi a velocità prossime a quelle della luce) rispetto all'altro, accade che per l'orologio in moto il tempo passa più lentamente.

Questo fenomeno è noto come DILATAZIONE DEI TEMPI.

Il paradosso dei gemelli



Il tempo non scorre allo stesso modo, infatti come visto in precedenza se ci si muove a velocità notevoli oppure in condizioni di forte gravità, il tempo trascorre più lentamente.

La relatività del tempo non è percepibile sulla Terra poiché gli effetti sono infinitesimali e poco visibili per osservare i suoi effetti è necessario viaggiare a velocità molto alte.

L'esempio dei due gemelli è quindi utile per capire le conseguenze della relatività del tempo.

Poniamo il caso che ci siano due gemelli di 40 anni e uno di essi parte in un viaggio a bordo di un'astronave. L'astronave deve raggiungere una stella distante diversi anni luce e poi tornare sulla terra.

Il veicolo viaggia a velocità prossime a quelle della luce. Al termine della missione, ovvero dopo diversi anni, l'astronave torna sulla Terra ma, quando l'astronauta approda sulla superficie terrestre trova il suo gemello molto più vecchio di lui.

Durante il suo viaggio il tempo è trascorso più lentamente poiché il razzo si è mosso a velocità elevatissime a differenza della Terra dove il tempo terrestre ha continuato a scorrere normalmente. Per questo motivo al suo ritorno l'astronauta è più giovane del previsto. Applicando la formula della dilatazione temporale, ci si accorge immediatamente che gli anni terrestri corrispondono a molti più anni passati sull'astronave.

Per l'astronauta il tempo ha continuato a trascorrere normalmente. Tuttavia, se avesse potuto vedere la vita sulla Terra in tempo reale, avrebbe visto tutti muoversi velocemente. D'altra parte, se il gemello sulla Terra avesse potuto vedere suo fratello astronauta in tempo reale a bordo dell'astronave, l'avrebbe visto muoversi al rallentatore. Per entrambi i gemelli il tempo ha continuato a scorrere normalmente ma a velocità differenti e gli effetti sono diventati visibili soltanto quando i due gemelli si sono ritrovati sulla Terra.

Il paradosso però non consiste nel fatto che i due gemelli abbiano un'età diversa, bensì su quale dei due gemelli debba essere più vecchio dell'altro. Siccome Terra e astronave sono due sistemi inerziali differenti, non esiste un sistema inerziale di riferimento preferibile tra i due: cambiando il sistema di riferimento inerziale, muta completamente il risultato finale. Cambiando sistema di riferimento il gemello sulla Terra è più giovane dell'altro, la soluzione del paradosso risulta essere l'opposto, ovvero il gemello che ha viaggiato nello spazio risulta essere più vecchio di quello rimasto sul nostro pianeta.

Einstein fece cadere anche la tesi dell'immutabilità della massa, dimostrando che:

$$m' = \frac{m}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Ciò comportò un cambiamento epocale poiché la massa significa anche quantità di materia, e tutta la chimica moderna si basava sul PRINCIPIO DI LAVOISIER: «In natura, nulla si crea e nulla si distrugge».

L'illustre fisico con questa equazione ottenne che con il crescere delle velocità, cresce anche la massa del corpo (MASSA INERZIALE), questo implica che la condizione di esistenza dell'espressione che fornisce il valore di m' diventa:

$$0 \leq v < c$$

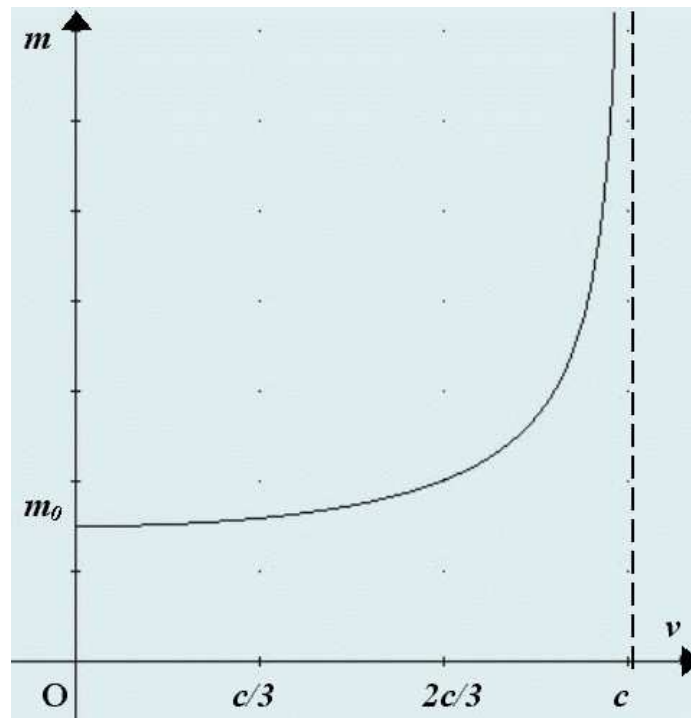
Se in particolare v tende ad avvicinarsi a c :

$$\lim_{v \rightarrow c} \frac{m}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \infty$$

Ciò sta a significare che le velocità non possono crescere all'infinito (al contrario della fisica classica) e, a partire da Einstein, la velocità della luce diviene INSUPERABILE.

Un corpo può avvicinarsi alla velocità della luce, ma mai uguagliarla, inoltre, ad altissime velocità andare più veloce risulta difficile: la massa cresce sempre di più, e più un corpo possiede massa, più energia si dovrebbe fornire per imprimergli una certa velocità.

Ad un certo punto, l'energia fornita dalla forza applicata, invece di produrre ulteriore accelerazione, SI RIVERSA NELLA MASSA.



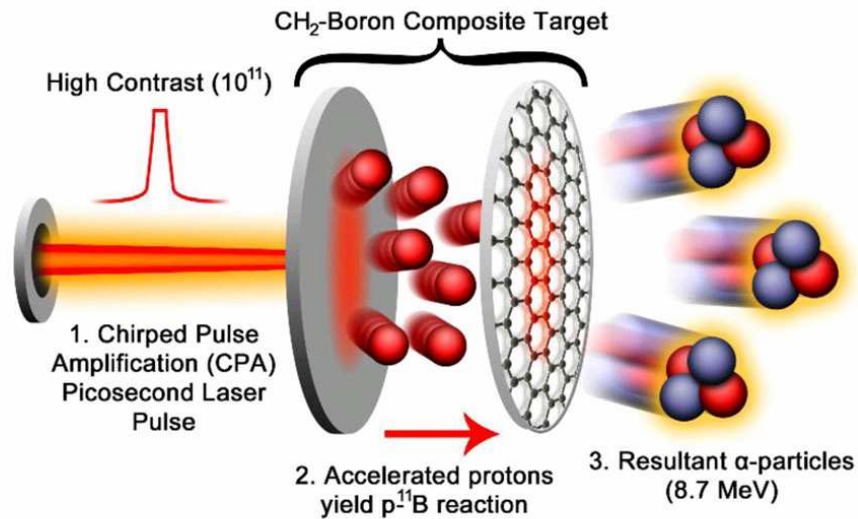
Il risultato conseguito sta a indicare che massa ed energia possono trasformarsi ugualmente l'una nell'altra, questo giustifica anche l'abitudine di misurare le masse delle particelle **con unità energetiche**.

La teoria della relatività ristretta ha anche un tragico rovescio: costituisce infatti il fondamento teorico delle **armi nucleari**, in grado di trasformare una piccola massa in un enorme quantitativo di energia, che si libera con effetti catastrofici.

L'estrema difficoltà nell'arrivare a velocità prossime a quelle della luce (in accordo con la relatività ristretta) rende attualmente impossibile ogni possibilità di raggiungere TRAPPIST-1 in tempi accettabili.

Vi sono però dei prototipi di propulsione interstellare che abbracciano la fusione nucleare come propellente in grado di spingere le navette ad altissime velocità se paragonate a quelle ottenute finora dall'uomo.

John J. Chapman è un fisico ed ingegnere elettronico del NASA e ha uno studio per la realizzazione di un nuovo motore spaziale alimentato a fusione nucleare. Nel suo studio Chapman ipotizza di utilizzare il Boro come propellente anziché deuterio e trizio, esso infatti ha la peculiarità di essere un propellente aneutronico, con molti vantaggi rispetto alla fusione nucleare tradizionale.

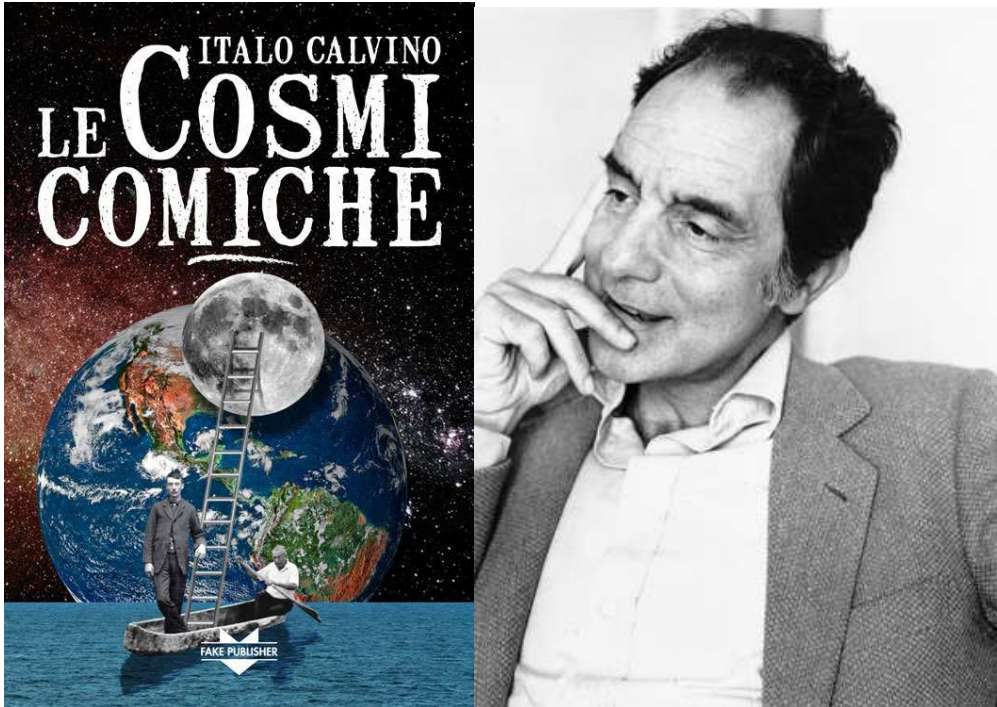


La fusione aneutronica origina molti meno neutroni durante la reazione, per questomotivo essa risulta molto più gestibile essendo i neutroni difficili da contenere.

Senza elettroni può essere eliminato il muro di assorbimento che converte l'energia cinetica dei neutroni in energia termica. Nello studio di Chapman il reattore a fusione aneutronico fa uso di un laser per avviare la reazione e di Boro-11, creando forze elettromagnetiche le quali spingono il target e le particelle alpha in direzioni opposte le quali, uscendo dal veicolo spaziale attraverso l'ugello di uscita, causano una spinta.

ITALIANO

Parleremo ora di due opere della letteratura italiana contemporanea, che discutono della colonizzazione di mondi vicini al nostro.

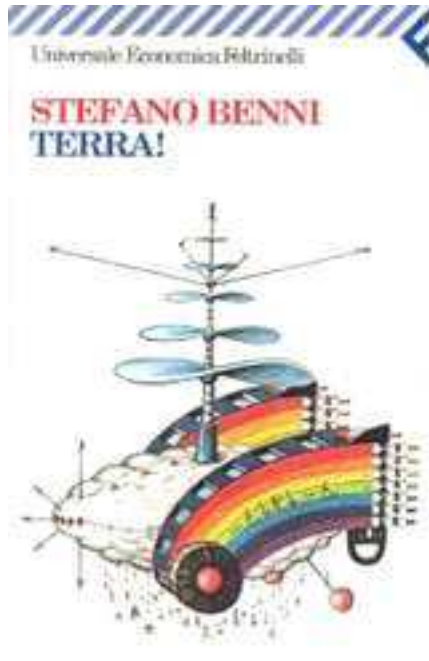


Le Cosmicomiche sono una raccolta di 12 racconti scritti da Italo Calvino tra il 1963 e il 1964, in origine pubblicati per la maggior parte sui periodici *Il Caffè* e *Il Giorno* tra il 1964 e 1965, successivamente ripubblicati sotto forma di raccolta da Einaudi nel 1965.

I racconti sono storie umoristiche e paradossali relative all'universo, all'evoluzione a tempo e spazio. Questa raccolta comprende solo i primi racconti di Calvino di questo genere. Una qualche confusione può essere generata dal fatto che altre raccolte di racconti di Calvino, *La memoria del mondo* e *altre storie cosmicomiche* (Club degli Editori, 1968) e *Cosmicomiche vecchie e nuove* (Garzanti, 1984) fanno parte della serie di racconti fantastici "cosmicomici" e i racconti che le compongono sono spesso indicati nella loro globalità come *Cosmicomiche* (per l'esattezza il volume *La memoria del mondo e altre storie cosmicomiche* comprende alcuni racconti originari de *Le Cosmicomiche*, e alcuni da *Ti con zero* (Einaudi, 1967), aggiungendone altri nuovi; in *Cosmicomiche vecchie e nuove* sono compresi i racconti già compresi nei volumi precedenti, con diverso ordine: tutti sono quindi stati raccolti in ultimo nel volume dal titolo *Tutte le cosmicomiche*).

Il testo della raccolta omonima è una vera e propria esplosione di fantasia: i racconti, che vengono narrati in prima persona dal protagonista, il vecchio Qfwfq, prendono spunto da nozioni scientifiche, principalmente astronomiche, per costruire dei racconti surreali e esilaranti: i racconti sono preceduti da un breve paratesto in corsivo che fornisce degli elementi scientifici, o parascientifici, al lettore; il racconto vero e proprio, sotto forma di monologo, prende spunto da questo paratesto; il racconto *Tutto in un punto* per esempio, partendo dalla teoria del Big Bang, parla di un nugolo d'insoliti personaggi costretti a una strana coabitazione: non esistendo ancora la materia i personaggi sono costretti in un unico punto, il punto iniziale della grande esplosione.

In uno degli altri racconti della raccolta, il protagonista si trova ad avere a che fare con uno strano dialogo, attraverso dei cartelli, con un interlocutore che si trova in un'altra galassia (a cui si aggiungono altri nel corso della storia). L'interattività degli scambi è però condizionata dai lunghi tempi di percorrenza della luce: ne nascono esilaranti equivoci che saranno destinati a rimanere tali per sempre dal momento che il destino di espansione dell'universo fa sì che il dialogo sia destinato a interrompersi nel momento in cui le due galassie si allontaneranno l'una dall'altra a velocità superiore a quella della luce.



Terra! è invece un romanzo del 1983 di Stefano Benni. È un romanzo umoristico di fantascienza post-apocalittica caratterizzato da una moltitudine di personaggi bizzarri, una sottile satira di alcune politiche odierne e parodie di fatti storici.

Terra! è ambientato nel 2156. Dal 2039 vi sono state quattro guerre mondiali, la prima delle quali causata per errore, e la situazione climatica è disastrosa: un'enorme cortina di ghiaccio e neve avvolge la terra e il cielo è oscurato da un lungo inverno nucleare. In questo scenario si muovono tre superpotenze mondiali: la Federazione Sineuropea con gravi carenze di energia, l'Impero Militare Giapponese con carenze di spazio, e la ricchissima unione degli sceicchi Aramerorussi.

Una formidabile notizia arriva sulla Terra: sembra che un cacciatore di comete abbia trovato un nuovo mondo ospitale nello spazio profondo.

Si scatena così una corsa allo spazio per arrivare primi al nuovo mondo. Tre navi spaziali partono per l'impresa: la Proteo Tien, scassata ed antiquata navetta sineuropea, la piccolissima astronave giapponese Zui-kaku, con un generale e sessanta topi ammaestrati come equipaggio, e la colossale Calalbakrab, nave spaziale del re degli Aramerorussi.

Intanto, in Perù, un ragazzino prodigio (Einstein), un vecchio saggio cinese (Fang) e un supercomputer (Genius) cercano di risolvere un antico enigma legato al viaggio per il nuovo mondo.

INGLESE



Isaac Asimov (1920-1992) was an American writer and professor of biochemistry at Boston University. He was known for his works of science fiction and popular science. Asimov was a prolific writer, and wrote or edited more than 500 books and an estimated 90,000 letters and postcards. His books have been published in 9 of the 10 major categories of the Dewey Decimal Classification.

Asimov wrote hard science fiction and, along with Robert A. Heinlein and Arthur C. Clarke, he was considered one of the "Big Three" science fiction writers during his lifetime. Asimov's most famous work is the Foundation Series; his other major series are the Galactic Empire series and the Robot series. The Galactic Empire novels are explicitly set in earlier history of the same fictional universe as the Foundation series. Later, beginning with *Foundation's Edge*, he linked this distant future to the Robot and Spacer stories, creating a unified "future history" for his stories much like those pioneered by Robert A. Heinlein and previously produced by Cordwainer Smith and Poul Anderson. He wrote hundreds of short stories, including the social science fiction "Nightfall", which in 1964 was voted by the Science Fiction Writers of America the best short science fiction story of all time. Asimov wrote the Lucky Starr series of juvenile science-fiction novels using the pen name Paul French.

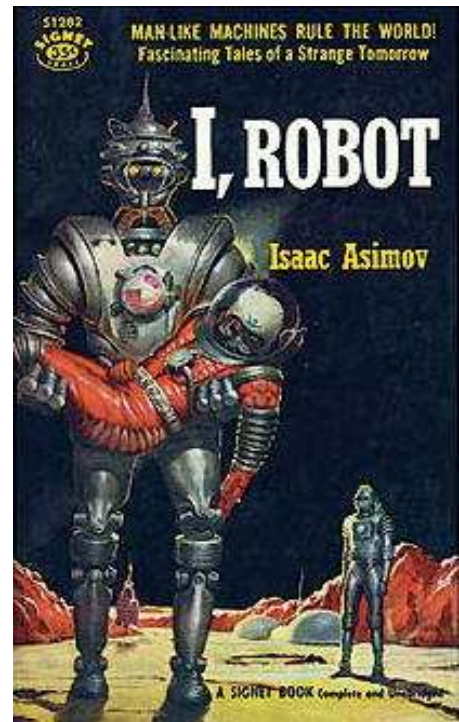
Asimov also wrote mysteries and fantasy, as well as much nonfiction. Most of his popular science books explain scientific concepts in a historical way, going as far back as possible to a time when the science in question was at its simplest stage. He often provides nationalities, birth dates, and death dates for the scientists he mentions, as well as etymologies and pronunciation guides for technical terms. Examples include *Guide to Science*, the three-volume set *Understanding Physics*, and *Asimov's Chronology of Science and Discovery*, as well as works on astronomy, mathematics, history, William Shakespeare's writing, and chemistry.

Asimov was a long-time member and vice president of Mensa International, albeit reluctantly; he described some members of that organization as "brain-proud and aggressive about their IQs". He took more joy in being president of the American Humanist Association. The asteroid 5020 Asimov, a crater on the planet Mars, a Brooklyn elementary school, and a literary award are named in his honor.

The Robot series is a series of 38 short stories and 5 novels by science fiction author Isaac Asimov featuring positronic robots.

Most of Asimov's robot short stories, which he began to write in 1939, are set in the first age of positronic robotics and space exploration. The unique feature of Asimov's robots are the Three Laws of Robotics, hardwired in a robot's positronic brain, with which all robots in his fiction must comply, and which ensure that the robot does not turn against its creators.

The stories were not initially conceived as a set, but rather all feature his positronic robots—indeed, there are some inconsistencies among them, especially between the short stories and the novels. They all, however, share a theme of the interaction of humans, robots, and morality. Some of the short stories found in *The Complete Robot* and other anthologies appear not to be set in the same universe as the *Foundation Universe*. "Victory Unintentional" has positronic robots obeying the Three Laws, but also a non-human civilization on Jupiter. "Let's Get Together" features humanoid robots, but from a different future (where the Cold War is still in progress), and with no mention of the Three Laws. The multiple series offers a sense of completeness, because all of its works are interconnected in some way.



The *Foundation series* is a science fiction book series written by American author Isaac Asimov. For nearly thirty years, the series was a trilogy: *Foundation*, *Foundation and Empire*, *Second Foundation*. It won the one-time Hugo Award for "Best All-Time Series" in 1966. Asimov began adding to the series in 1981, with two sequels: *Foundation's Edge*, *Foundation and Earth*, and two prequels: *Prelude to Foundation*, *Forward the Foundation*. The additions made reference to events in Asimov's *Robot* and *Empire* series, indicating that they were also set in the same fictional universe.

The premise of the series is that the mathematician Hari Seldon spent his life developing a branch of mathematics known as psychohistory, a concept of mathematical sociology. Using the laws of mass action, it can predict the future, but only on a large scale. Seldon foresees the imminent fall of the Galactic Empire, which encompasses the entire Milky Way, and a dark age lasting 30,000 years before a second great empire arises. Seldon's calculations also show there is a way to limit this interregnum to just one thousand years. To ensure the more favorable outcome and reduce human misery during the intervening period, Seldon creates a foundation of talented artisans and engineers at the extreme end of the galaxy, ostensibly to preserve and expand on humanity's collective knowledge, and thus become the foundation for a new galactic empire, but actually to place a society in a way shown by his calculations to bring around the desired outcome (the Seldon Plan). He also establishes a "second foundation" of psychohistorians, of which little is known, to build on his work further and to keep the better known "first" foundation on its intended course.