

$E=mc^2$ significa che l'energia (E) è uguale alla massa (m) moltiplicata per la velocità della luce (c , dall'iniziale della parola latina celeritas – Einstein scriveva ancora V) elevata al quadrato. Dato che c vale 300 mila chilometri al secondo, il moltiplicatore è molto grande. Si intuisce subito che in una piccolissima quantità di materia si nasconde una enorme quantità di energia.

Einstein era arrivato alla relatività speciale partendo dalle contraddizioni tra la teoria della gravità di Newton e la teoria dell'elettromagnetismo di Maxwell. C'era anche un esperimento di Michelson che negava l'esistenza dell'etere, fantomatica quintessenza richiesta dall'elettromagnetismo. E il moto del pianeta Mercurio in disaccordo con la legge di gravità di Newton. Ma pare che Einstein non conoscesse il primo e poco si curasse del secondo, che risolverà nel 1915 con la relatività generale. Tanto per cominciare, la soluzione "ristretta" del 1905 consisteva nel considerare la velocità della luce nel vuoto come la massima possibile in natura e la massa (inerziale) dipendente dal suo contenuto di energia. Così tutto andava a posto. Semplice, semplicissimo. La conseguenza però era sconvolgente: spazio e tempo dipendevano dalla velocità relativa. Su un razzo il tempo rallenta e la massa aumenta...

La cosa interessante è che la rivoluzione di Einstein era già nell'aria ma nessuno se n'era accorto. Le equazioni di Lorenz permettevano di calcolare contrazioni e dilatazioni dello spaziotempo, e il grande matematico francese Henri Poincaré aveva notato la simmetria di quelle equazioni. Non aveva però avuto il coraggio di trasferire l'astratta evidenza matematica nella concreta realtà fisica. Fu questo l'atto rivoluzionario di Einstein.

Ci arrivò nella calura dell'estate di quel fatale anno 1905. Non senza dubbi. Ma anche stuzzicato da un dato sperimentale. Il radium, l'elemento scoperto nel 1898 da Marie e Pierre Curie, emanava ininterrottamente energia: da dove veniva?

In una lettera a Conrad Habicht, matematico svizzero e suo caro amico, Einstein scriveva: "Mi è venuta in mente anche un'altra conseguenza dell'articolo sulla elettrodinamica. Il principio di relatività, unito alle equazioni di Maxwell, prescrive che la massa sia una misura diretta dell'energia contenuta in un corpo; la luce è portatrice di massa. Nel caso del radium, dovrebbe verificarsi un'apprezzabile riduzione della massa. L'idea è divertente e seducente, ma per quanto ne so il buon Dio potrebbe avermi messo su una strada sbagliata ed essere lì che ride di tutta la faccenda" (da John Gribbin, "Il capolavoro di Einstein", Bollati Boringhieri).

La strada era giusta, Dio non rideva.

di Piero Bianucci - lastampa.it



www.giovediscienza.it

Giovedì Scienza

33^a edizione

la scienza in diretta settimana per settimana

Giovedì 21 Febbraio 2019

TUTTO È RELATIVO!

Come capire $E=mc^2$ e afferrare i segreti della natura

Christophe Galfard

Christophe Galfard ha studiato Fisica teorica all'Università di Cambridge, dove ha conseguito il dottorato sui buchi neri e sull'origine del nostro universo sotto la supervisione di Stephen Hawking. Lodato per la sua capacità di spiegare idee difficili con parole semplici, Galfard negli ultimi anni si è dedicato a diffondere la conoscenza scientifica al grande pubblico.

Ha tenuto conferenze di fronte a centinaia di migliaia di persone, bambini e adulti, in tutto il mondo. È ospite abituale di trasmissioni televisive e radiofoniche in Francia, dove è uno dei più acclamati divulgatori della scienza. È autore di L'universo a portata di mano (2016), il suo primo libro per adulti, un bestseller internazionale tradotto in venti lingue.

PER SAPERNE DI PIÙ

Christophe Galfard "Capire $E=mc^2$ ", Bollati Boringhieri 2019

John Gribbin, "Il capolavoro di Einstein", Bollati Boringhieri 2017

Christophe Galfard "L'universo a portata di mano", Bollati Boringhieri 2016

Albert Einstein "Relatività. Esposizione divulgativa", Bollati Boringhieri 2015

WEB

ScienzaPerTutti, spazio divulgativo sul sito dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN): scienzapertutti.infn.it/la-relativita-speciale

$E=mc^2$

E sta per energia.

Lo stesso tipo di energia che fa funzionare le auto, fa accendere le lampadine e fa ronzare i frigoriferi.

m sta per massa.

Lo stesso tipo di massa di cui siamo fatti tutti noi, l'aria, i mari, le montagne, le nuvole e tutta la materia conosciuta nell'universo.

E c^2 è il quadrato della velocità della luce.

Certamente un numero enorme.

$E=mc^2$ dice che l'energia può diventare massa. E la massa può essere trasformata in energia. In una quantità impressionante di energia. Ci dice perché possiamo dividere gli atomi e come brillano le stelle, e persino come la natura può creare particelle dal nulla. E non è tutto.

$E=mc^2$ è una specie di faro, un cartello che indica l'entrata in una nuova realtà in cui non solo massa ed energia, ma anche spazio e tempo hanno significati che non sono quelli attesi. Ha implicazioni nel dominio del molto piccolo e nel dominio del molto grande. Tanto da aver modellato praticamente tutto il Novecento, compreso il modo in cui pensiamo a noi stessi, portando al mondo in cui viviamo oggi.

Intorno agli inizi del Novecento quasi tutta la conoscenza scientifica della realtà si basava sulla ricapitolazione delle conoscenze preesistenti fatta da Newton e su ciò che egli stesso aveva scoperto, circa centottanta anni prima. Corrispondeva a ciò che ci dice l'intuizione sul comportamento della natura.

Dopo tutto negli ultimi diecimila anni il corpo umano si è evoluto ben poco. In tutto questo periodo abbiamo avuto più o meno gli stessi occhi, le stesse orecchie, la stessa lingua e lo stesso naso, il che ci rende tutti uguali alla nascita, in tutte le epoche, di fronte al tentativo di capire che cosa accade intorno a noi.

Grazie a secoli di indagini interrogativi e miglioramenti tecnologici, l'inizio del secolo scorso ha visto la nostra specie raggiungere un nuovo livello di consapevolezza. Ci siamo resi conto che le leggi di natura, che intuitivamente ritenevamo vere dappertutto, nello spazio e nel tempo non erano quelle che credevamo.

In confronto all'immensità dell'universo, siamo minuscoli.

In confronto alla piccolezza delle particelle fondamentali e del loro mondo quantistico, siamo enormi.

Fluttuiamo tra questi due infiniti, uno grande e uno piccolo, e i nostri sensi ci permettono soltanto di esplorare in modo limitato ciò che ci circonda.

All'incirca cento anni fa abbiamo capito che quando ci si allontana dalla sicurezza della nostra scala di riferimento le leggi di natura iniziano a cambiare – drasticamente. Ciò di cui facciamo esperienza tutti i giorni non è che un'approssimazione di una realtà che i nostri sensi non son fatti per percepire. Questa conoscenza è ciò che ci rende diversi da tutti gli esseri umani vissuti prima di noi.

Per il momento siamo a conoscenza di tre vie che conducono ad aspetti impreveduti della realtà.

Una è il dominio del piccolo. Un'altra è il dominio del grande. E l'ultima è il dominio delle velocità elevate.

Come è vero che non siamo né grandi (in confronto all'universo) né piccoli (in confronto alle particelle), è vero anche che non ci muoviamo mai velocemente. Persino il razzo più veloce mai lanciato è quasi una lumaca in confronto a qualunque cosa si muova alla velocità della luce.

Un momento, ma la luce non si propaga istantaneamente?

So che sapete che non è vero. La luce viaggia a una particolare velocità che gli scienziati indicano con la lettera "c" dal latino celeritas. Se le è stato concesso l'onore di una lettera, che né la vostra velocità né la mia riceveranno mai, è perché ha una caratteristica davvero particolare: nel vuoto la luce viaggia sempre alla stessa velocità. Sempre. Indipendentemente da chi la misura.

Questa è una parte del motivo per cui $E=mc^2$.

Christophe Galfard

Tratto da "Capire $E=mc^2$ ", Bollati Boringhieri Ed., 2018

QUANDO, COME E PERCHÉ EINSTEIN SCRISSE L'EQUAZIONE $E=mc^2$

$E=mc^2$ è la formula più famosa della fisica. Tutti la conoscono, molti la portano stampata sulla T-shirt, pochi l'hanno capita. Christophe Galfard la spiega al pubblico di GiovedìScienza alla Cavallerizza. Per Galfard è anche un lancio del suo ultimo libro, "Come capire $E=mc^2$ ", edito in Italia da Bollati Boringhieri nella traduzione di Simonetta Frediani: 68 paginette, messe giù con leggerezza e disinvoltura, come già "L'universo a portata di mano" (2016).

Albert Einstein arrivò alla sua formula, che tra tante altre cose contiene la bomba atomica, in un saggio di 3 pagine pubblicato il 27 settembre 1905 sugli "Annalen der Physik". Poco più di una nota a margine dell'ampio lavoro principale già comparso sulla stessa rivista nel mese di giugno "Sulla elettrodinamica dei corpi in movimento": titolo riduttivo che sotto le parole arcane nasconde la "relatività speciale" o "ristretta", epica rivoluzione scientifica del Novecento.

Nato a Parigi 43 anni fa, Galfard non si dimentica di essere un fisico quando fa lo scrittore, né di essere uno scrittore quando fa il fisico. Si è laureato nel 1999 e ha ottenuto il dottorato a Cambridge sotto il nome tutelare di Stephen Hawking. Con una figlia del Maestro, Lucy Hawking, giornalista e scrittrice, nel 2007 ha pubblicato "Georges et les secrets de l'univers", romanzo per giovani lettori che racconta di ragazzini alla scoperta del cosmo con il computer più potente del mondo. Allo stesso pubblico Galfard ha dedicato la trilogia "Le prince des nuages".