

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

10059 SUSA (TO)

Circolare interna n. 184

Dicembre 2015

ALBERT EINSTEIN

A 100 ANNI

DALLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ GENERALE



International Year of Light and Light-based Technologies (IYL2015)
Anno Internazionale della Luce e delle Tecnologie basate sulla Luce (IYL2015)



«L'immaginazione è più importante della conoscenza.
La conoscenza è limitata, l'immaginazione abbraccia il mondo»¹

«Noi non smettiamo mai di essere come bambini curiosi
davanti al grande mistero in cui siamo nati»²

«Quello che conta è non smettere mai di farsi domande.
La curiosità ha la sua ragione di esistere»³

Albert Einstein

¹ *What Life Means to Einstein*, An Interview by George Sylvester Viereck, in *The Saturday Evening Post*, 26 ottobre 1929, p. 117, http://www.saturdayeveningpost.com/wp-content/uploads/satevepost/what_life_means_to_einstein.pdf

² Albert Einstein a Otto Juliusburger, 29 settembre 1942, AEA (Albert Einstein Archives) 38-238, citato da Walter Isaacson, *Einstein. La sua vita, il suo universo*, traduz. di Tullio Cannillo, Mondadori, Milano 2008, pp. 20 e 535

³ Citato da Jennifer Berne, *Quel genio di Einstein*, illustrazioni di Vladimir Radunsky, traduz. di Bianca Lazzaro, Donzelli editore, Roma 2013, p. IV di copertina

In prima pagina:

Albert Einstein all'età di 14 anni, nel 1893, in uno studio fotografico di Monaco. (Foto: The Granger Collection, New York)

ALBERT EINSTEIN, UN GRANDE COMUNICATORE

Uno degli aspetti più interessanti e forse straordinari del genio di Einstein è stato la sua capacità di comunicare: esiste un'aneddotica einsteniana ricchissima di spiegazioni e concetti espressi con frasi tanto semplici quanto immediate ed efficaci, che a loro volta hanno dato origine ad un universo di citazioni, riferimenti e modi di dire entrati oramai nell'immaginario comune.

La comunicatività è un aspetto veramente straordinario per un uomo che apparteneva – a volte in apparenza suo malgrado – alla categoria dei fisici teorici: un piccolo mondo che all'inizio del novecento contava grandi personalità ma che certamente non godeva di alcuna reale popolarità. Solo una personalità straordinaria, contemporaneamente eccentrica, umanissima, geniale, poteva scardinare quel piccolo mondo e portarlo realmente tra la gente, sulle pagine dei giornali, e fissarlo per sempre nell'immaginario collettivo.

La relatività generale – della quale ricorre quest'anno il centenario – è forse uno dei lavori più noti e uno dei contributi più straordinari che Einstein diede alla fisica, in primo luogo per il suo valore oggettivo. La relatività generale di fatto è oggi quella che egli formulò un secolo fa, integrata ed arricchita, ma ancora sostanzialmente la stessa di allora: egli seppe condensare una matematica raffinata con una visione teorica rivoluzionaria, capace di minare il fondamento della fisica classica nell'infinitamente grande tanto quanto la meccanica quantistica ne stava minando le basi per l'infinitamente piccolo. Senza dimenticare che se la meccanica quantistica (alla quale Einstein peraltro aveva dato un suo ampio contributo) era un fiume in piena che si arricchiva delle idee e delle teorie di centinaia di scienziati, la relatività generale è figlia sostanzialmente dell'ostinata caparbieta di un solo uomo.

Ma a parte la sua straordinaria grandezza oggettiva, la relatività generale porta in sé un valore che nessun divulgatore o semplice amante della scienza può trascurare: è la potenza di una teoria che tutti nominano – e associano al suo padre – ma che pochi sanno comprendere e trattare. Einstein fu uno straordinario comunicatore perché riuscì non solo a rivoluzionare la fisica, ma anche a far capire (senza necessariamente spiegarne i dettagli) che quella rivoluzione – della quale era padre e promotore – avrebbe lasciato un segno profondo non solo nella fisica, ma anche e soprattutto nel modo in cui da sempre l'uomo percepiva lo spazio e il tempo. La sua lezione non era solo una lezione di fisica, era un esempio e un invito a ricercare sempre un punto di vista diverso, a mettere sempre in discussione la percezione comune di sé e del mondo.

"Avevamo sempre pensato che – se anche non ci fosse alcuna massa nell'universo – rimarrebbe comunque lo spazio-tempo; la relatività generale ci insegna che probabilmente questo non è vero, e che esiste un legame più profondo tra l'universo sensibile e lo spazio-tempo stesso."

È difficile arrivare all'efficacia con cui Einstein sintetizzava – come nella frase precedente (liberamente tradotta da un'intervista che rilasciò durante un viaggio negli Usa) – il suo più complesso e straordinario lavoro; ma è importante proseguire sulla strada che Einstein ha aperto e che egli stesso non ha mai smesso di percorrere. La stragrande maggioranza di noi non può nemmeno pensare di dare un contributo così significativo all'umanità in generale e alla scienza in particolare: ma Einstein stesso ci ha insegnato che comunicare e condividere il pensiero è importante tanto quanto studiare e fare ricerca.

Se possiamo oggi percepire, respirare e vivere una cultura scientifica, lo dobbiamo in parte anche a lui e alla sua relatività generale; un secolo fa non solo nasceva una teoria straordinaria, ma si facevano in fondo anche i primi decisivi passi nel coinvolgere l'umanità intera in un discorso scientifico e filosofico tanto importante. Un contributo che sottolinea ancora una volta la grandezza del padre della relatività.

a.b.

ALBERT EINSTEIN, SPUNTI DA UNA VITA

Albert Einstein nasce il 14 marzo 1879 a Ulm, in Württemberg (Germania), da una famiglia di origini ebraiche.



Albert, a 5 anni, insieme alla sorella minore Maria, a 3 anni, nel 1884. Nel 1939 Maria, Maja per il fratello, emigrerà negli Stati Uniti a causa della guerra per raggiungere Albert a Princeton, New Jersey.

(Foto: Hulton Archive/Getty Images)

Nel 1881 la famiglia Einstein si trasferisce a Monaco, dove il padre Hermann ed il fratello Jakob avviano una piccola industria eletrochimica. Lì, Albert frequenta una scuola elementare cattolica: è uno scolaro svagato, interessato ad approfondire la fisica e la matematica più che seguire le lezioni scolastiche. Tuttavia, l'affermazione che il suo profitto in matematica fosse scarso è contestata. Nell'agosto 1886, infatti, la madre scrive: "Ieri Albert ha ricevuto la pagella, è nuovamente il primo della classe"¹.

La sua passione per la fisica nasce già da bambino quando, a cinque anni, circa nel 1884, Albert è affascinato da una bussola tascabile. Sarà un insegnante privato a fornirgli le prime istruzioni per soddisfare la sua grande curiosità nel capire quali forze agivano su quel piccolo ago lucente. Einstein, anni dopo, descriverà quest'esperienza come una delle più rivelatrici della sua vita.

Il suo insegnante, Max Talmud, lo spinge a leggere per la prima volta un manuale di geometria che lo avvicina alla matematica due anni prima dell'introduzione di questa disciplina nel piano scolastico. Più tardi Einstein lo definirà il "sacro libretto di geometria" parlandone con profondo rispetto:

«C'erano delle asserzioni, ad esempio quella che le tre altezze di un triangolo si intersecano in un solo punto, che – pur non essendo affatto evidenti – potevano tuttavia essere dimostrate con tanta certezza da eliminare qualsiasi dubbio. Questa lucidità e certezza mi fecero un'indescrivibile impressione.[...] Chi nella sua prima giovinezza non ha provato un senso di entusiasmo davanti a quest'opera non è nato per essere uno scienziato».

All'inizio Talmud è in grado di aiutare il giovane Einstein nel risolvere i problemi matematici, ma ben presto l'allievo superò il maestro. In seguito Talmud dichiarava:

«Aveva solo 13 anni... iniziò a dedicarsi a matematica di livello superiore... Ben presto il suo genio matematico volò così in alto che non potei più seguirlo».

¹ Pauline Einstein, lettera a Jette Koch, 1° agosto 1886. Riportata su *Sottile è il signore... La scienza e la vita di Albert Einstein* di Abraham Pais, p. 53, https://it.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein#cite_note-3

Il maestro suggerisce ad Albert di approfondire le sue conoscenze di filosofia avvicinandolo a Kant, per primo, che diventerà il suo filosofo preferito.

Einstein filosofo

Sebbene i contributi principali di Einstein siano relativi alla fisica è indubbio che egli nutrisse un sincero interesse per la filosofia: nella sua vita studiò scritti di carattere filosofico fin dagli anni del liceo (da quando per la prima volta lesse un libro di Kant). Tuttavia, Einstein non si considerò mai un filosofo nel senso stretto del termine. Il suo, più che un sistema filosofico, venne definito da Reichenbach un «atteggiamento filosofico». Come pensatore e filosofo, era mosso da una profonda ammirazione per i sistemi di Spinoza e Schopenhauer.

Il giovane Einstein inizia i suoi studi presso il Luitpold Gymnasium a Monaco. Più tardi, a seguito del trasferimento in Italia della famiglia, Albert cerca di superare lo scoglio del ginnasio trasferendosi in Svizzera, ad Aarau, dove consegue il diploma nel 1896.

Tenta di superare l'esame di ammissione al politecnico di Zurigo, ma è nuovamente bocciato perché impreparato in tutte le materie, salvo in matematica. Da allora e fino al 1895 intraprende studi in matematica superiore, compreso il calcolo differenziale e integrale.

Per potersi iscrivere al Politecnico senza alcun esame di ammissione, Einstein rinuncia alla cittadinanza tedesca all'età di 17 anni e chiede quella svizzera.

Nel 1898 Einstein conosce Mileva Marić, sua compagna di studi serba, l'unica donna ammessa a frequentare il Politecnico Federale Svizzero. Diventerà sua moglie nel 1903.



Mileva Marić nel 1896.

Il 13 dicembre 1900, da Zurigo, Einstein invia il suo primo lavoro alla rivista "Annalen der Physik" e consegue la laurea all'età di ventun anni.

Einstein deve mantenersi gli studi dando lezioni private e facendo brevi supplenze. La sua famiglia è in condizioni economiche disastrose e deve scappare a Milano per sfuggire ai creditori. Finalmente nel 1902 Albert ottiene un posto all'Ufficio Brevetti di Berna e la riacquistata serenità economica gli permette di dedicarsi agli studi sull'elettrodinamica dei corpi in movimento, nonché di scrivere e pubblicare lavori sui fondamenti della meccanica statistica.

Nello stesso ufficio conosce Michele Besso, ingegnere e matematico svizzero di origine ebraico-italiana, che sarà suo amico per tutta la vita e col quale terrà una fitta corrispondenza.

In realtà Albert Einstein, nell'estate del 1895, a soli 16 anni, aveva scritto il suo primo saggio scientifico: *Über die Untersuchung des Ätherzustandes im Felde magnetischen* (Sullo studio dello Stato dell'Ettere in un campo magnetico). Il lavoro era stato inviato a suo zio Cesare Koch (1854-1941) per il parere di un esperto con una lettera di accompagnamento in cui il giovane scriveva:

«If you are not going to read this stuff I will not be annoyed at all; but at least you have to recognize it as a shy attempt to fight against my being a bad letter writer, which I inherited from both my beloved parents.»

(«Se non avete intenzione di leggere questa roba non sarò infastidito, ma almeno dovete riconoscere il mio timido tentativo di lottare contro il mio essere un cattivo scrittore di lettere, caratteristica ereditata da entrambi i miei amati genitori»).

Questo primo “lavoro scientifico” non venne mai pubblicato.

In questo periodo Einstein discute dei suoi interessi scientifici con un ristretto gruppo di amici, inclusa Mileva. Lui e Mileva hanno una figlia, Lieserl, nata nel gennaio 1902 e morta, verosimilmente di scarlattina, l’anno seguente. In seguito Mileva avrebbe avuto altri due figli: Hans Albert (1904), che sarebbe diventato ingegnere, e Eduard (1910) che, nonostante il talento nella musica e negli studi, fu travolto dalla malattia mentale e trascorse gran parte della sua vita tra la casa materna di Zurigo e l’ospedale psichiatrico Burghölzli.

Einstein fa esperimenti sull’effetto fotoelettrico. Studia il moto browniano e comincia ad abbozzare la teoria della relatività speciale.

Di queste teorie pubblica vari articoli su *Annalen der Physik*, la rivista scientifica più prestigiosa dell’epoca: nel 1901 il primo articolo, *Folgerungen aus den Kapillaritätserscheinungen (Conclusions Drawn from the Phenomena of Capillarity)*², pubblicato sulla rivista *Annalen der Physik* (4, 513-523), sulle forze intermolecolari e nel 1902 uno dei primi lavori sulla meccanica statica, *Kinetische Theorie des Wärmegleichgewichtes und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik (Kinetic Theory of Thermal Equilibrium and of the Second Law of Thermodynamics)*³, in *Annalen der Physik* (9, 417-433).

I suoi primi articoli trattano della teoria della relatività ristretta, dell’effetto fotoelettrico e spiegano i meccanismi basilari della dinamica stocastica. «Nel primo [...] stabilì che non esiste alcun tempo assoluto e che, al suo posto, il ruolo di riferimento basilare doveva essere preso dalla velocità della luce. [...] Gli effetti della relatività ristretta sono diversi e stupefacenti, anche se non possiamo facilmente osservarli sulla scala del vivere quotidiano»⁴.

Durante gli anni 1901-1954 vennero pubblicati più di 300 lavori scientifici di Albert Einstein.

Nel 1903 Konrad Habicht, Maurice Solovine e Einstein fondano l’Akademie Olympia e, il 5 dicembre dello stesso anno, Einstein tiene, alla Naturforschende Gesellschaft di Berna, una conferenza sulla teoria delle onde elettromagnetiche.

L’annus mirabilis 1905

Il 1905 è un anno di svolta nella vita di Einstein e nella storia della fisica.

Albert Einstein pubblica sei opere in sette mesi: una di queste era relativa alla teoria sulla relatività pubblicata sugli annali della fisica con il titolo originale “*Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (Sull’elettrodinamica dei corpi in movimento)”. La Teoria della Relatività Generale viene pubblicata in diversi articoli con la versione finale del marzo 1916 intitolata “*Die Grundlage Relativitätstheorie der allgemeinen* (Fondamenta sulla teoria della relatività generale)”. Ecco le pubblicazioni del 1905:

² http://www.physik.uni-augsburg.de/annalen/history/einstein-papers/1901_4_513-523.pdf

³ http://www.physik.uni-augsburg.de/annalen/history/einstein-papers/1902_9_417-433.pdf

⁴ Conrad A. Böhm, *Le chiavi del cosmo. Storia dell’astronomia dalla meccanica celeste al Big Bang*, Franco Muzzio editore, Padova 1989, p. 348



- 17 marzo. Einstein termina la memoria sull'ipotesi del quanto di luce (poi denominati fotoni nel 1926), *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt* (Su un punto di vista euristico sulla generazione e la trasformazione della luce). Questo studio, che gli sarebbe valso il Premio Nobel per la fisica nel 1921, diede una grande spinta alla meccanica quantistica, che come teoria stava prendendo forma proprio in quegli anni (il concetto di quanto era stato ipotizzato nel 1900 da Max Planck).
- 30 aprile. Completa la tesi di dottorato *Über eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen* (Su una nuova determinazione delle dimensioni molecolari). La tesi, stampata a Berna e presentata all'Università di Zurigo, viene accettata nel luglio. È dedicata "all'amico Marcel Grossmann".
- 11 maggio. Invia la prima memoria sul moto browniano *Die von der molekularkinrtischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen* (Sul moto di particelle in sospensione in un fluido in quiete, come previsto dalla teoria cinetica del calore).
- 30 giugno. Invia la prima memoria sulla relatività ristretta, *Elektrodynamik bewegter Körper* (Elettrodinamica dei corpi in movimento) che aveva come oggetto l'interazione fra corpi carichi in movimento e il campo elettromagnetico vista da diversi osservatori in stati di moto differenti. La teoria esposta nell'articolo, nota successivamente con il nome di *Relatività ristretta* (o *speciale*), risolveva i contrasti tra teoria meccanica e teoria elettromagnetica della luce che avevano caratterizzato la fisica dell'Ottocento, con una revisione dei concetti di spazio e di tempo assoluti.
- 27 settembre. Invia la seconda memoria sulla teoria della relatività ristretta, *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* (L'inerzia di un corpo dipende dal suo contenuto di energia?). Contiene l'equazione $E=mc^2$.
- 19 dicembre. Invia una seconda memoria sul moto browniano, *Zur Theorie der Brownschen Bewegung* (Sulla teoria del moto browniano).

Nel 1906 il grande fisico Max Plank, dopo aver letto l'articolo di Einstein "Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento" lo incoraggia e ne sostiene le idee nell'ambiente scientifico.

"Il pensiero più felice della mia vita"

Einstein scopre il principio di equivalenza per sistemi meccanici uniformemente accelerati. Estende il principio ai fenomeni elettromagnetici, fornisce l'espressione corretta per lo spostamento verso il rosso, e osserva che questa estensione comporta anche una curvatura della luce che passa vicino a corpi massivi, ma ritiene che quest'ultimo effetto sia troppo piccolo per poter essere rivelato. Einstein ottiene la libera docenza all'Università di Berna nel febbraio 1908.

L'anno successivo Einstein completa due memorie, *Zum gegenwärtigen Stande des Strahlungsproblems* (Sullo stato attuale del problema della radiazione) e *Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung* (Evoluzione delle nostre concezioni sulla natura e la costituzione della radiazione); ciascuna di esse contiene un'ipotesi sulla teoria della radiazione di corpo nero. In termini moderni, queste due congettture sono la complementarietà e il principio di corrispondenza. La memoria dell'ottobre (la seconda citata) viene presentata a un congresso a Salisburgo, il primo congresso di fisica cui Einstein partecipa. Il 6 luglio dello stesso anno Einstein presenta le dimissioni (effettive dal 15 ottobre) dall'Ufficio Brevetti. Si dimette anche da libero docente.

«Sia i fisici che gli storici della scienza sono d'accordo nel considerare la teoria speciale della relatività come il risultato di una "logica interna" dello sviluppo scientifico: ossia, se non fosse stato Einstein nel 1905, qualcun altro l'avrebbe formulata di lì a poco. Al contrario, la teoria generale della relatività rappresentò il risultato dello sforzo solitario di Einstein nei confronti di un problema che nessuno prima di lui aveva messo in luce»^{5,6}.

⁵ George V. Coyne, Michel Heller, *Un Universo comprensibile. Interazione fra Scienza e teologia*, traduz. di Corrado Lamberti, Springer-Verlag Italia, Milano 2009, pp. 115-116

⁶ Piergiorgio Odifreddi, *Albert Einstein e i 100 anni della relatività*, ne *La Repubblica*, 22/11/2015
<http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2015/11/22/albert-einstein-e-i-100-anni-della-relativita48.html?ref=search>

La teoria della relatività generale

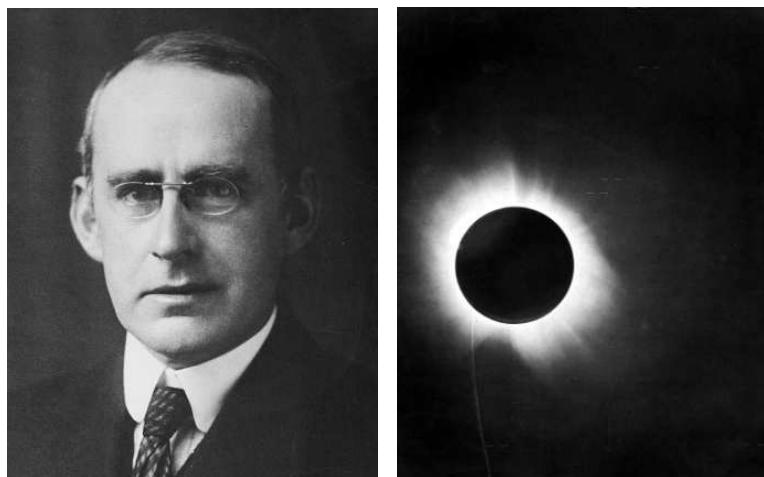
Nel 1915 Einstein propone una teoria relativistica della gravitazione, indicata come *relatività generale*: secondo tale teoria la gravità è la manifestazione della curvatura dello spazio-tempo.

«[...] Einstein aveva una capacità unica di *immaginare* come il mondo potesse essere fatto, di “vederlo” nella sua mente. Le equazioni, per lui, venivano dopo; erano il linguaggio per rendere concreta la sua capacità di immaginare la realtà. La teoria della relatività generale, per Einstein, non è un insieme di equazioni: è un’immagine mentale del mondo poi faticosamente tradotta in equazioni», scrive Carlo Rovelli⁷; «[...] il campo gravitazionale non è *diffuso nello* spazio: il campo gravitazionale è lo spazio. [...] Lo “spazio” di Newton, nel quale si muovono le cose, e il “campo gravitazionale”, che porta la forza di gravità, sono la stessa cosa»⁸.

«La teoria della relatività generale [...] prima ancora di essere una teoria della gravità è una teoria dello spazio-tempo. Estende la relatività ristretta e postula che lo spazio-tempo sia un’entità curva come la superficie di una sfera [...]», dice Bryce DeWitt⁹.

Alla pubblicazione, la teoria della relatività generale viene accolta con scetticismo da parte degli scienziati, perché essa derivava da ragionamenti matematici e analisi razionali, non da esperimenti o osservazioni. Nel 1919 le predizioni fatte dalla teoria sono confermate dalle misurazioni effettuate da Arthur Eddington durante un’eclisse solare: la luce di una stella era deviata dalla gravità del Sole quando passava vicino ad esso. Le osservazioni ebbero luogo il 29 maggio 1919 a Sobral, in Brasile, e, da un’altra spedizione, nell’isola di Príncipe, nello Stato di São Tomé e Príncipe.

«Max Planck non capiva nulla di fisica, perché durante l’eclissi del 1919 è rimasto in piedi tutta la notte per vedere se fosse stata confermata la curvatura della luce dovuta al campo gravitazionale. Se avesse capito la teoria, avrebbe fatto come me, e sarebbe andato a letto» (Archives Albert Einstein, 14-459).



Arthur Eddington e una delle foto dell’eclisse solare del 1919.

«Il 6 novembre dello stesso anno, dopo cinque mesi di analisi delle fotografie scattate a Príncipe [...] e [...] a Sobral [...], fu annunciato in una seduta congiunta della Royal Society e della Royal Astronomical Society che le previsioni di Einstein basate sulla relatività generale erano state confermate. [...] Il 7 novembre 1919 il “Times” di Londra titolò a tutta pagina: “Rivoluzione nella scienza – Una nuova teoria dell’universo – Rovesciate le idee di Newton”. Einstein divenne una celebrità»¹⁰.

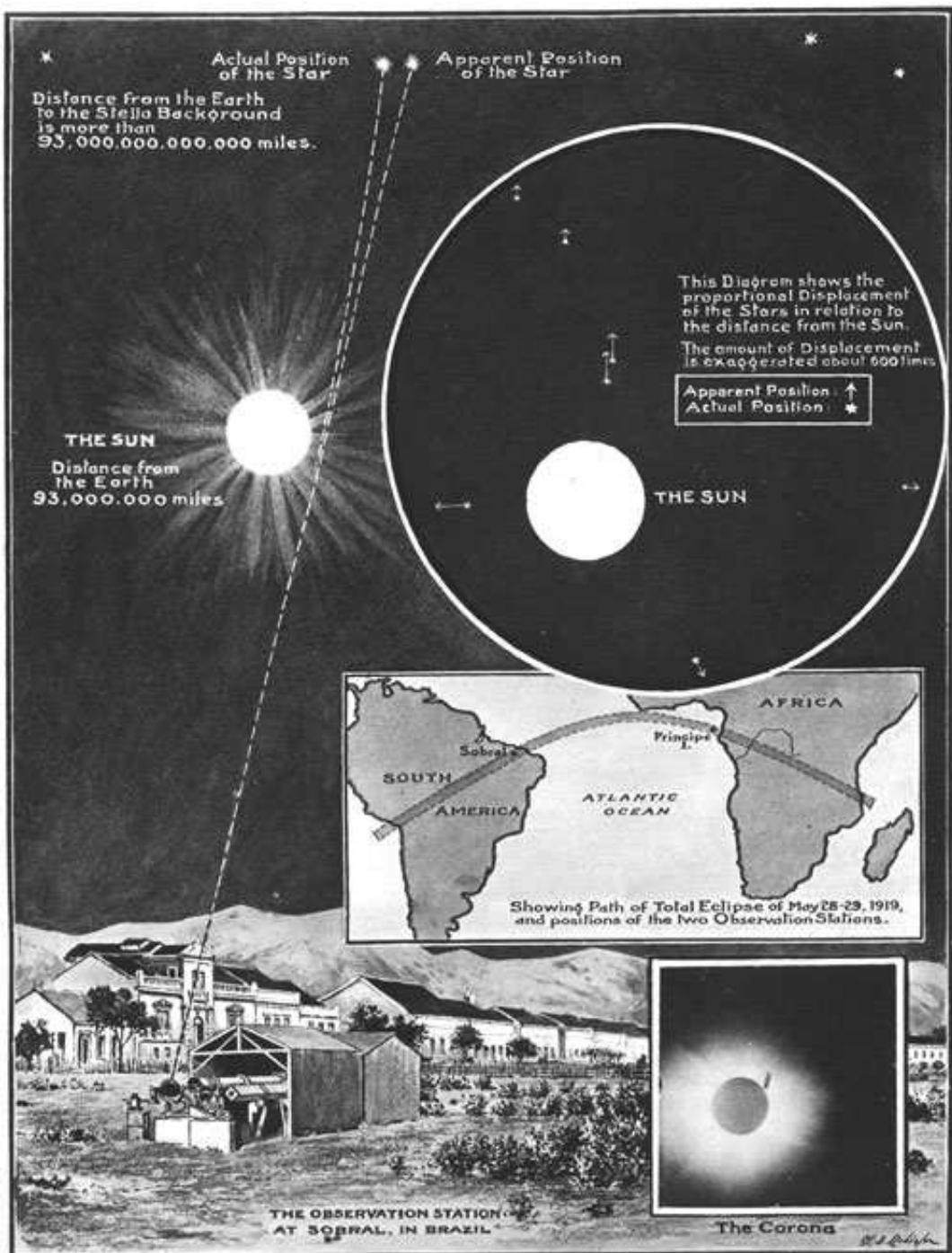
⁷ Carlo Rovelli, *La realtà non è come ci appare. La struttura elementare delle cose*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2014, p. 81

⁸ Carlo Rovelli, *Sette brevi lezioni di fisica*, Adelphi Edizioni, Milano 2014, p. 17

⁹ Bryce DeWitt, *Sopra un raggio di luce*, Di Renzo editore, Roma 2005, p. 59

¹⁰ Brian Greene, *L’universo elegante. Superstringhe, dimensioni nascoste e la ricerca della teoria ultima*, traduz. di Luigi Civalleri e Claudio Bartocci, Einaudi, Torino 2000 e 2003, p. 66

Da allora esperimenti sempre più precisi hanno confermato le predizioni della teoria della relatività generale, che oggi sono indispensabili al funzionamento dei sistemi GPS.

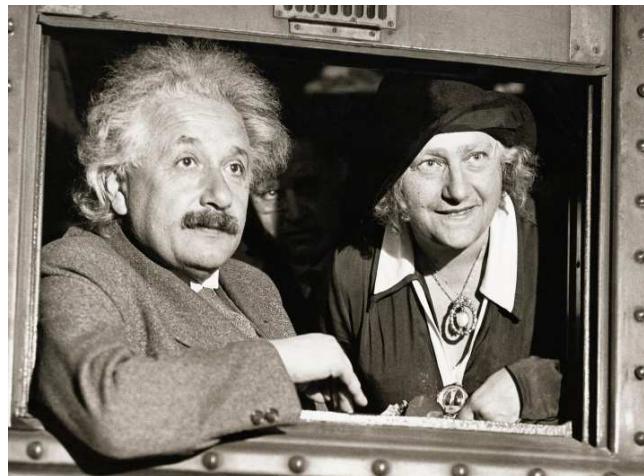


I risultati ottenuti dalle spedizioni britanniche per osservare l'eclissi totale di Sole il 29 maggio 1919 hanno verificato che la luce è soggetta a gravitazione come suggerito da Einstein. Il Dr. A.C. Crommelin, uno degli osservatori britannici, scrisse: "l'eclisse era particolarmente favorevole per la ricerca prefissata: ci sono non meno di dodici stelle abbastanza luminose vicine al bordo del Sole. Il processo di osservazione consisteva nel prendere fotografie di queste stelle durante la totalità e confrontarle con altre immagini della regione stessa prese quando il Sole non era nelle vicinanze. Quindi se la luce stellare è piegata dall'attrazione del Sole, le stelle riprese durante l'eclisse sembrerebbe essere spinte verso l'esterno rispetto a quelle delle altre immagini... Linee rette nello spazio di Einstein non possono esistere: esse sono parti di curve gigantesche".

(da *The Illustrated London News* del 22 novembre 1919).

Nel 1917 Einstein dimostra il legame esistente tra la legge di Bohr e la formula di Planck sull'irraggiamento del corpo nero. Nello stesso anno introduce la nozione di emissione stimolata, applicata poi al laser.

Nel 1919, dopo il divorzio dalla prima moglie Mileva, Einstein sposa la cugina Elsa.



Albert Einstein con Elsa Einstein, giugno 1922. (Foto: Bettmann/Corbis)

Nel 1922, mentre è in viaggio per il Giappone, lo scienziato riceve la notizia dell'assegnazione del premio Nobel, con la seguente motivazione:

*"Ad Albert Einstein, per i suoi servizi alla fisica teorica
e specialmente per la sua scoperta della legge dell'effetto fotoelettrico".*

Dopo una serie di controversie sulla cittadinanza tedesca e svizzera, l'ambasciatore svedese consegna ad Einstein la medaglia nel 1923 a Berlino. Negli anni seguenti, Einstein visita la Svezia per tenere una conferenza sulla relatività.



La medaglia del Premio Nobel ad Einstein nel 1922. È raffigurato il Genio della Scienza che svela i segreti della Natura, personificata nella dea Isis. La dea emerge dalle nubi mentre tiene un vaso che raffigura la sapienza. Intorno all'immagine sono scolpite le parole "Le invenzioni migliorano la vita che diviene bella attraverso l'arte". Sul retro della medaglia l'immagine di Alfred Nobel. (Foto: Albert Einstein Archives, The Hebrew University of Jerusalem, Israel)

Dal 1922 al 1924, Albert Einstein viaggia attraverso gli Stati Uniti allo scopo di raccogliere fondi per il progetto dell'Università Ebraica di Gerusalemme. Nel 1924, in segno di solidarietà, si iscrive alla comunità ebraica di Berlino.

In quegli anni Einstein contribuisce allo sviluppo della meccanica statistica quantistica, adottando, in alcuni casi, una descrizione ondulatoria delle particelle, prevedendo per esse effetti di diffrazione analoghi a quelli delle onde luminose, in accordo con le ipotesi avanzate dal francese Louis de Broglie.

Einstein è alla ricerca di esperimenti mentali (o concettuali) per dimostrare l'inconsistenza e le contraddizioni insite nella meccanica quantistica: la sua concezione del mondo fisico mal si conciliava infatti con le interpretazioni probabilistiche della meccanica quantistica. Il più famoso tentativo in questo senso fu pubblicato nel maggio 1935 ed è nota come memoria EPR (*Einstein-Podolsky-Rosen*) elaborato con Boris Podolsky e Nathan Rosen. *"La descrizione quantomeccanica della realtà può essere considerata completa?"* si chiedevano gli autori nel titolo¹¹.

Nel 1927 viene invitato dal governo italiano a partecipare al Congresso internazionale dei Fisici, a Como in occasione del centenario dalla morte di Alessandro Volta. Einstein fu il solo a declinare l'invito per la sua opposizione al regime di Mussolini.

L'ascesa del nazismo in Germania spinge Albert Einstein ad una progressiva rinuncia dei suoi incarichi a Berlino; dopo un breve soggiorno in Belgio e un viaggio in Inghilterra, sbarca con un visto turistico a New York, diretto a Princeton.

Quando Hitler sale al potere nel gennaio 1933 Einstein si trova all'università di Princeton come professore ospite; nello stesso anno viene promulgata in Germania la "Legge della Restaurazione del servizio civile", a causa della quale tutti i professori universitari ebrei furono licenziati. Durante gli anni trenta fu poi condotta dai premi Nobel Philipp von Lenard e Johannes Stark una campagna che etichettò i lavori di Einstein come "fisica ebraica", in contrasto con la "fisica tedesca" o "ariana".

Einstein non rientrerà più in Europa, rimanendo negli USA fino alla morte.



Albert Einstein nel suo ufficio a Princeton nel 1937.
Foto: Lotte Jacobi Collection, University of New Hampshire, USA

Durante una sua seconda visita al California Institute of Technology, gli viene offerto un incarico di fisico teorico all'Institute for Advanced Study di Princeton. Nel 1933 Einstein decide di stabilirsi definitivamente nel New Jersey. Il suo ufficio, a Fuld Hall, aveva un arredo essenziale: una lavagna,

¹¹ Walter Isaacson, *Einstein. La sua vita, il suo universo*, traduz. di Tullio Cannillo, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2008, p. 435

delle sedie, un tavolo e dei poster. A Princeton, Einstein ed i suoi assistenti cercano di formulare una teoria della "Grande Unificazione delle Forze" senza mai avere successo, una teoria che oggi è diventata l'obiettivo ultimo dei fisici teorici.

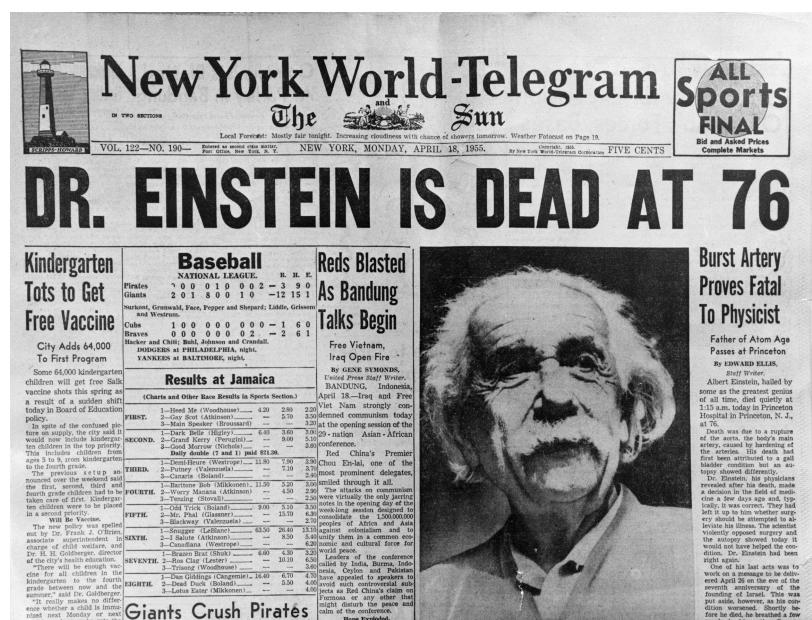
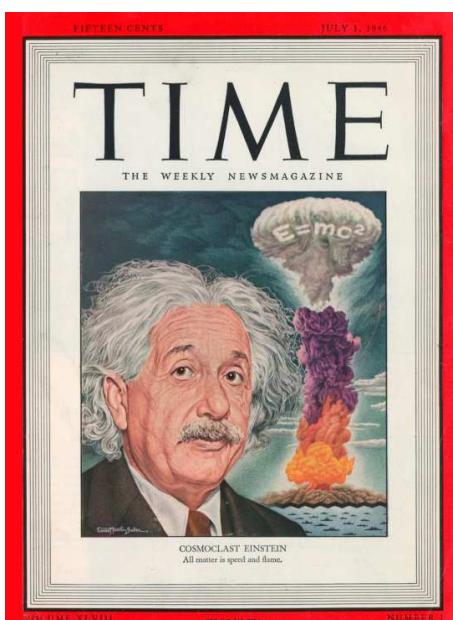
"Einstein fu associato nell'immaginario popolare alla costruzione della bomba atomica, anche se la sua partecipazione era stata marginale"¹². La rivista *Time*, dedicandogli la copertina, scrive: "Albert Einstein non ha lavorato direttamente alla bomba atomica. Ma ne è stato il padre in due sensi importanti: 1) fu la sua iniziativa a dare avvio alla ricerca sulla bomba negli Stati Uniti; 2) fu la sua equazione ($E=mc^2$) a rendere la bomba atomica teoricamente possibile)".

L'anno successivo Einstein affermerà: "Se avessi saputo che i tedeschi non sarebbero riusciti a realizzare una bomba atomica, non avrei mai mosso un dito".

Alla fine del 1948 gli viene diagnosticato un grosso aneurisma all'aorta addominale, asintomatico fino al 1955, quando sarà causa della morte.

È del 14 marzo 1951, nei festeggiamenti per il 72° compleanno, la famosa foto di Arthur Sasse in cui Einstein mostra la lingua.

Muore pochi anni dopo, all'età di 76 anni, alle ore 1:15 del 18 aprile 1955.



A sinistra, la copertina di *Time* del 1° luglio 1946; a destra un quotidiano con l'annuncio della morte il 18 aprile 1955.

Aveva espresso verbalmente il desiderio di mettere il proprio corpo a disposizione della scienza e Thomas Stoltz Harvey, il patologo che effettuò l'autopsia, di propria iniziativa rimosse il cervello e lo conservò a casa propria in un barattolo sottovuoto per circa 30 anni. Il resto del corpo fu cremato e le ceneri furono disperse in un luogo segreto. Quando i parenti di Einstein furono messi al corrente, acconsentirono a che il cervello fosse sezionato in 240 parti da consegnare ad altrettanti ricercatori; la parte più grossa è custodita nell'ospedale di Princeton.

¹² Walter Isaacson, *Einstein. La sua vita, il suo universo*, traduz. di Tullio Cannillo, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2008, pp. 468-469.



Albert Einstein (1879-1955) e Michele Besso (1873-1955)

«Breve è questa esistenza,
come una visita fugace in una casa sconosciuta.
La via da seguire è scarsamente rischiarata
dal lume tremolante della coscienza».¹

«La cosa strana dell'invecchiare
è che l'intima identificazione con il qui e ora si va lentamente perdendo.
Ci si sente trasposti nell'infinito, più o meno soli».²

«Michele mi ha preceduto di poco
nel congedarsi da questo strano mondo,
ma questo non significa niente:
per noi che crediamo nella fisica,
la divisione tra presente, passato e futuro
ha solo il valore di un'ostinata illusione».³

Albert Einstein

¹ (dall'elogio funebre per il fisico Rudolf Ladenburg tenuto da Albert Einstein il 1° aprile 1952)

² (da una lettera alla regina madre Elisabetta del Belgio il 12 gennaio 1953)

³ (da una lettera di condoglianze al figlio e alla sorella dell'amico Michele Besso, morto il 15 marzo 1955. Quattro settimane dopo, il 18 aprile 1955, anche Albert Einstein muore).

Citati da Walter Isaacson, *Einstein. La sua vita, il suo universo*, traduz. di Tullio Cannillo, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2008, pp. 516-517 e 520-521

BIBLIOGRAFIA

Albert Einstein, *Il significato della relatività*, Bollati Boringhieri, Torino 2014

Albert Einstein, *Autobiografia scientifica*, traduz. di A. Gamba, Bollati Boringhieri, Torino 2014

Albert Einstein, *Le due relatività. Gli articoli del 1905 e 1916*, traduz. di Ermanno Sagittario e Aldo M. Pratelli, Bollati Boringhieri, Torino 2015

Albert Einstein, *Corrispondenza con Michele Besso (1903-1955)*, Guida, Napoli 1995

Roberto Marcolongo, voce *Einstein, Albert*, in Enciclopedia Italiana Treccani, vol. XIII, Roma 1932 (rist. fotolitica 1949), p. 599, e Terza Appendice, 1961, p. 517

Lucio Gialanella, voce *Relatività, Teoria della*, in Enciclopedia Italiana Treccani, vol. XXIX, Roma 1936 (rist. fotolitica 1949), pp. 15-24

Walter Isaacson, *Einstein. La sua vita, il suo universo*, traduz. di Tullio Cannillo, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2008

John Gribbin, *Il capolavoro di Einstein. Il 1915 e la teoria generale della relatività*, traduz. di Simonetta Frediani, Bollati Boringhieri, Torino 2015

AA.VV., Rivista *Le Scienze*, numero speciale sulla Relatività, n. 567, novembre 2015

Amedeo Balbi, *Seconda stella a destra. Vite semiserie di astronomi illustri*, Istituto Geografico De Agostini, Novara 2010, pp. 76-81

Gianpaolo Benincasa, *Einstein e il sasso. L'impossibile e la scienza*, Ugo Mursia Editore, Milano 2010

Federico Benuzzi, *Il potere dei sogni* in Rivista *Sapere*, anno 81°, n. 2, aprile 2015, p. 49

Enrico Bellone, *Albert Einstein relativamente a Spazio e Tempo*, Gruppo Editoriale L'Espresso, Roma 2012

Jennifer Berne, *Quel genio di Einstein*, illustrazioni di Vladimir Radunsky, traduz. di Bianca Lazzaro, Donzelli editore, Roma 2013

Piero Bianucci, *Storia sentimentale dell'astronomia*, Longanesi, Milano 2012, pp. 236-249

Conrad A. Böhm, *Le chiavi del cosmo. Storia dell'astronomia dalla meccanica celeste al Big Bang*, Franco Muzzio editore, Padova 1989, pp. 348-353

George V. Coyne, Michel Heller, *Un Universo comprensibile. Interazione fra Scienza e teologia*, traduz. di Corrado Lamberti, Springer-Verlag Italia, Milano 2009, pp. 115-117

Bryce DeWitt, *Sopra un raggio di luce*, Di Renzo editore, Roma 2005, pp. 53-64

Brian Greene, *L'universo elegante. Superstringhe, dimensioni nascoste e la ricerca della teoria ultima*, traduz. di Luigi Civalleri e Claudio Bartocci, Einaudi, Torino 2000 e 2003, pp. 23-73

Stephen Hawking, *L'universo in un guscio di noce*, traduz. di Paolo Siena, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2002 (Saggi) - 2006 (Oscar saggi), pp. 7-31

Michael Hoskin (a cura di), *Storia dell'Astronomia di Cambridge*, traduz. di Libero Sosio, Biblioteca Universale Rizzoli, RCS Libri, Milano 2001, p. 271

Corrado Lamberti, *Capire l'universo. L'appassionante avventura della Cosmologia*, Springer-Verlag Italia, Milano 2011, pp. 88-99

Lisa Randall, *Passaggi curvi. I misteri delle dimensioni nascoste dell'Universo*, traduz. di Gianfranco Pellegrino e Gianluca Cavoto, Il Saggiatore, Milano 2006, pp. 97-127

Jean-Luc Robert-Esil, Jacques Paul, *Piccolo libro sull'Universo. Asteroidi, buchi neri, onde gravitazionali e altri interrogativi sul cosmo*, traduz. di Eva Filoromo, Edizioni Dedalo, Bari 2015, pp. 164-168

Carlo Rovelli, *La realtà non è come ci appare. La struttura elementare delle cose*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2014, pp. 61-95

Carlo Rovelli, *Sette brevi lezioni di fisica*, Adelphi Edizioni, Milano 2014, pp. 13-21

SITOGRAFIA

<http://www.alberteinstein.info>

<http://einsteinpapers.press.princeton.edu/> [v. anche *Circolare AAS* n. 177, dicembre 2014, p. 8]

<http://www.treccani.it/enciclopedia/albert-einstein/>

[http://www.treccani.it/enciclopedia/teoria-della-relativita_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/teoria-della-relativita_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/)

https://it.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein

<http://astrocultura.uai.it/astrofisica/einstein/biografia.htm>

<http://www.galileonet.it/1997/09/ultima-lettera-di-albert-einstein/>

<http://www.saperescienza.it/news/spazio-tempo/la-relativita-generale-compie-100-anni-25-11-15>

http://www.windoweb.it/guida/scienze/biografia_albert_einstein.htm

<http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2015/04/11/alberteinstein58.html?ref=search>

<http://www.lastampa.it/2015/11/25/scienza/tuttoscienze/la-gravit-ancora-cos-misteriosa-che-ci-vorrebbe-un-nuovo-einstein-vxbd1B861TCItYSUIUKpKO/pagina.html>

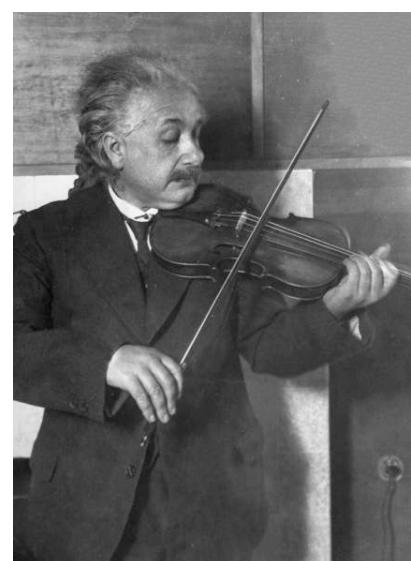
<http://www.lastampa.it/2015/11/25/multimedia/scienza/la-teoria-della-relativit-di-einstein-spiegata-in-minuti-EfkwCMmy8Uv5pwWFZOqkZJ/pagina.html>

<http://www.lastampa.it/2015/11/16/scienza/il-cielo/al-servizio-di-einstein-due-satelliti-di-navigazione-galileo-iXCD4kBxP3KGRnely9hGM/pagina.html>

<http://www.filosofia.rai.it/articoli/hack-la-teoria-della-relativita-generale/13889/default.aspx>

http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_satellites_set_for_year-long_Einstein_experiment

<http://www.universetoday.com/78558/albert-einstiens-inventions/#more-78558>



A destra, Albert Einstein a Santa Barbara nel 1933.
(Foto: Archivi del California Institute of Technology)

A sinistra, Einstein con il violino, nel 1929: lo suonò per tutta la vita, anche esibendosi in pubblico.
(Foto: E.O. Hoppe/Mansell/TIME-Life Pictures/Getty Images)



ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

dal 1973 l'associazione degli astrofili della Valle di Susa

Sito Internet: www.astrofilisusa.it

E-mail: info@astrofilisusa.it

Telefoni: +39.0122.622766 +39.0122.32516 Fax +39.0122.628462

Recapito postale: c/o Dott. Andrea Ainardi - Corso Couvert, 5 - 10059 SUSA (TO) - e-mail: ainardi@tin.it

Sede Sociale: Castello della Contessa Adelaide - Via Impero Romano, 2 - 10059 SUSA (TO)

Tel. +39.331.838.939.1 (esclusivamente negli orari di apertura)

Riunione: primo martedì del mese, ore 21:15, eccetto agosto

“SPE.S. - Specola Segusina”: Lat. 45° 08' 09.7" N - Long. 07° 02' 35.9" E - H 535 m (WGS 84)

Castello della Contessa Adelaide - 10059 SUSA (TO)

“Grange Observatory” - Centro di calcolo AAS: Lat. 45° 08' 31.7" N - Long. 07° 08' 25.6" E - H 495 m (WGS 84)

Codice astrometrico MPC 476 [1] International Astronomical Union Commission 20 [2]

c/o Ing. Paolo Pognant - Via Massimo D'Azeglio, 34 - 10053 BUSSOLENO (TO) - e-mail: grangeobs@yahoo.com

Servizio di pubblicazione effemeridi valide per la Valsusa a sinistra nella pagina <http://grangeobs.net>

[1] <http://newton.dm.unipi.it/neodys/index.php?pc=2.1.0&o=476> [2] http://www.iau.org/science/scientific_bodies/commissions/20/

Sede Osservativa: Arena Romana di SUSA (TO)

Sede Osservativa in Rifugio: Rifugio La Chardousé - OULX (TO), Borgata Vazon, <http://www.rifugiolachardouse.it/>, 1650 m slm

Sede Operativa: Corso Trieste, 15 - 10059 SUSA (TO) (Ingresso da Via Ponsero, 1)

Planetario: Piazza della Repubblica - 10050 CHIUSA DI SAN MICHELE (TO)

L'AAS ha la disponibilità del Planetario di Chiusa di San Michele (TO) e ne è referente scientifico.

Quote di iscrizione 2015: soci ordinari: € 30.00; soci juniores (fino a 18 anni): € 10.00

Coordinate bancarie IBAN: IT 40 V 02008 31060 000100930791 UNICREDIT BANCA SpA - Agenzia di SUSA (TO)

Codice fiscale dell'AAS: 96020930010 (per eventuale destinazione del 5 per mille nella dichiarazione dei redditi)

Responsabili per il triennio 2015-2017:

Presidente: Andrea Ainardi

Vicepresidenti: Luca Giunti e Paolo Pognant

Segretario: Alessio Gagnor

Tesoriere: Andrea Bologna

Consiglieri: Giuliano Favro e Gino Zanella

Revisori: Oreste Bertoli, Valter Crespi e Valentina Merlini

Direzione “SPE.S. - Specola Segusina”:

Direttore: Paolo Pognant - Vicedirettore: Alessio Gagnor

L'AAS è Delegazione Territoriale UAI - Unione Astrofili Italiani (codice DELTO02)

L'AAS è iscritta al Registro Regionale delle Associazioni di Promozione Sociale - Sez. Provincia di Torino (n. 44/TO)

AAS – Associazione Astrofili Segusini: fondata nel 1973, opera da allora, con continuità, in Valle di Susa per la ricerca e la divulgazione astronomica.

AAS – Astronomical Association of Susa, Italy: since 1973 continuously performs astronomical research, publishes Susa Valley (Turin area) local ephemerides and organizes star parties and public conferences.

Circolare interna n. 184 - Dicembre 2015 - Anno XLIII

Pubblicazione riservata a Soci, Simpatizzanti e a Richiedenti privati. Stampata in proprio o trasmessa tramite posta elettronica. La Circolare interna è anche disponibile, a colori, in formato pdf sul sito Internet dell'AAS.

Hanno collaborato a questo numero speciale:

Valentina Merlini, Andrea Bologna e Andrea Ainardi

Logo ufficiale IYL2015, in prima pagina, con autorizzazione UNESCO Global Secretariat IYL2015 – tramite Grange Observatory – del 23/01/2015 e con autorizzazione Società Italiana di Fisica - Italian Physical Society (SIF) del 26/02/2015

