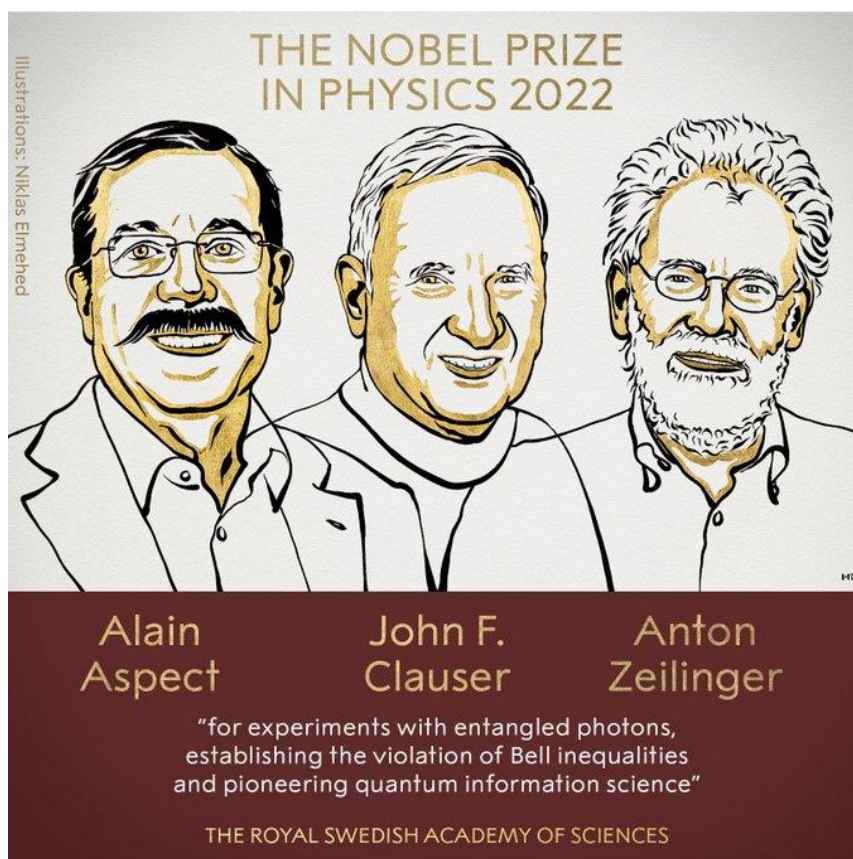


PREMIO NOBEL AL TELETRASPORTO

I vincitori appena proclamati a Stoccolma, Alain Aspect, John Clauser e Anton Zeilinger, hanno studiato e sperimentato uno dei temi più enigmatici della fisica: l'“entanglement”, cioè la correlazione tra particelle che, quando si separano, si mantiene anche a distanza. Einstein non accettò mai questo enigmatico fenomeno della meccanica quantistica. Ma sbagliava.

Dal sito Internet de La Stampa del 4 ottobre 2022 riprendiamo un articolo di Piero Bianucci.



Premi Nobel per la Fisica 2022 (da The official Twitter feed of the Nobel Prize. Illustrations: Niklas Elmehed)

Il Nobel per la fisica assegnato qualche ora fa ad Alain Aspect, John Clauser e Anton Zeilinger accomunati sotto l'etichetta di “pionieri della meccanica quantistica”, porta all'attenzione del grande pubblico uno dei fenomeni più esoterici: il fatto che in determinate condizioni sia possibile generare particelle (tipicamente particelle di luce, cioè fotoni, ma anche elettroni, protoni e nuclei atomici) che condividono una stessa proprietà (per esempio la polarizzazione o lo spin) in modo

correlato. Sotto queste parole arcane c'è una idea che ha ispirato molti libri e film di fantascienza: il teletrasporto. Vale a dire la possibilità di trasportare a distanza un oggetto fisico e al limite un essere vivente, ricomponendolo nel luogo di destinazione particella per particella. Non stupiamoci troppo, quindi, se i titoli giornalistici parleranno di "Premio Nobel al teletrasporto". È una forzatura estrema. Tuttavia non completamente priva di fondamento concettuale. In sostanza, sono le proprietà delle particelle, le informazioni che le caratterizzano come lo spin (rotazione) e la polarizzazione, ad essere teletrasportate.

Si è calcolato quante informazioni bisognerebbe trasferire per riprodurre una persona umana a distanza. L'esito toglie ogni speranza. Poiché siamo costituiti da circa 10 alla 28 atomi, ognuno dei quali per essere descritto richiede un centinaio di bit, bisognerebbe rilevare, memorizzare e riprodurre 10 elevato alla 30 bit. Per processarli, il più potente calcolatore attuale impiegherebbe un tempo 10 volte più lungo di quello trascorso dal Big Bang ad oggi. No, non c'è speranza per il teletrasporto su scala macroscopica.

Tuttavia su scala microscopica, il teletrasporto è stato realizzato in laboratorio e anche fuori: nel 2004 il gruppo del fisico austriaco Anton Zeilinger è riuscito a teletrasportare lo stato di alcuni fotoni a 600 metri scavalcando il Danubio. E nel 2010 un gruppo di fisici cinesi ha raggiunto la distanza di 16 chilometri aprendo un canale quantistico attraverso l'atmosfera: il che fa pensare che si potrebbe teletrasportare anche dalla superficie del pianeta Terra verso altri pianeti.

Sono esperimenti affascinanti, ma ancora una volta la loro importanza non consiste nel vederli come primi passi di un traguardo macroscopico che probabilmente non sarà mai raggiungibile (e forse è meglio così). L'importanza di queste ricerche sta nel fatto che le loro applicazioni stanno già diventando molto concrete: calcolatori quantistici ultrapotenti, tecniche per criptare messaggi a prova di qualsiasi tentativo di decifrazione (cosa interessante anche per la nostra carta di credito), memorie quantistiche, elaborazione di immagini "fantasma", orologi atomici mille volte più precisi di quelli dell'attuale generazione.

I fisici chiamano "entanglement", letteralmente "intreccio", la proprietà che correla tra loro due particelle a distanza. Il concetto fu a lungo ritenuto eretico perché sembra violare l'assioma della insuperabilità della velocità della luce. Einstein non accettò mai che l'"entanglement" fosse una realtà e per dimostrarlo escogitò un esperimento ideale nel quale due lettere vengono spedite e aperte in due luoghi lontani simulando la trasmissione istantanea delle informazioni in esse contenute. È il famoso "paradosso di Einstein, Rosen e Podolsky" e diede filo da torcere a molti illustri fisici come Bohr e Heisenberg, convinti del contrario sulla base di una più audace interpretazione della meccanica quantistica. Gli esperimenti non ideali ma reali di Aspect, Zeilinger e Clauser, per una volta, hanno dato torto a Einstein.

Piero Bianucci

https://www.lastampa.it/speciale/scienza/il-cielo/2022/10/04/news/premio_nobel_al_teletrasporto-10255001/



UN ABBRACCIO COSMICO DA PREMIO NOBEL

TEST SULL'ENTANGLEMENT UTILIZZANDO QUASAR LONTANISSIMI

Il Premio Nobel per la Fisica 2022 è stato assegnato ad Alain Aspect, John F. Clauser e Anton Zeilinger, pionieri dell'informazione quantistica. E proprio Anton Zeilinger nel 2018 ha condotto con successo un importante esperimento per dimostrare il fenomeno dell'entanglement utilizzando anche il Telescopio nazionale Galileo dell'Inaf, sulle isole Canarie. Il ricordo di Ennio Poretti, attuale direttore del Tng. Da MEDIA INAF del 4 ottobre 2022 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo redazionale.



Il team che nel 2018 ha realizzato l'esperimento sull'entanglement utilizzando due quasar distanti, davanti al fotometro a due canali montato al Telescopio nazionale Galileo dell'Inaf, sulle isole Canarie. Da sinistra a destra: C. Leung, A. Ghedina, D. Rauch, J. Handsteiner, E. Molinari, C. Benn, A. Zeilinger, A. Hochrainer, M. Cecconi.

Crediti: Adriano Ghedina (Tng)

Ad aggiudicarsi il Nobel per la fisica quest'anno sono il francese **Alain Aspect**, l'americano **John F. Clauser** e l'austriaco **Anton Zeilinger**, pionieri della rivoluzione nell'informatica e nelle comunicazioni con i loro esperimenti sul fenomeno chiamato *entanglement*, una sorta di "intreccio" o "abbraccio a distanza" tra particelle, anche lontanissime. In una coppia di particelle *entangled*, tutto ciò che accade all'una interessa anche l'altra, indipendentemente dalla loro distanza. Questi studi hanno spianato la strada all'informatica quantistica, rendendo possibile la costruzione di potenti e velocissimi computer, misure sempre più precise e crittografia a prova di *hacker*.

I tre ricercatori dividono in parti uguali il prestigioso riconoscimento, poiché le loro ricerche hanno contribuito nella stessa misura a perfezionare esperimenti che si sono rivelati decisivi per trasformare la fisica quantistica da disciplina astratta in uno strumento concreto con molteplici applicazioni nel campo dell'informazione, del calcolo e delle comunicazioni.

Il più anziano dei tre, l'americano **John F. Clauser**, è nato il primo dicembre 1942 a Pasadena e lavora presso l'azienda privata J.F. Clauser & Assoc., da lui fondata a Walnut Creek, California. Il suo esperimento più importante risale al 1972, sviluppando le idee del fisico britannico John Stewart Bell secondo cui, se un sistema quantistico contiene delle variabili nascoste, la correlazione tra i risultati di un grande numero di misure non supererà mai un certo valore. Tuttavia, la meccanica quantistica prevede che alcuni esperimenti possano violare le relazioni di disuguaglianza previste dal teorema di Bell, dando luogo a una correlazione più elevata: i risultati dell'esperimento di Clauser diedero ragione alla meccanica quantistica, violando una delle disuguaglianze di Bell. Questo fu stato il primo passo per dimostrare quella che allora era considerata un'impossibile azione a distanza fra le particelle: l'*entanglement*. A perfezionare questi esperimenti hanno poi contribuito **Anton Zeilinger**, nato il 20

maggio 1945 a Ried im Innkreis (Austria) e oggi professore all'Università di Vienna, e **Alain Aspect**, nato il 15 giugno 1947 ad Agen (Francia) e oggi professore presso la Université Paris-Saclay e l'École Polytechnique di Parigi.

In uno dei suoi esperimenti, nel 2018, **l'austriaco Zeilinger ha utilizzato il Telescopio nazionale Galileo (Tng) dell'Istituto nazionale di Astrofisica (Inaf)** per effettuare un test di *entanglement* quantistico utilizzando i fotoni provenienti da sorgenti astronomiche lontanissime: i quasar.



Il Telescopio nazionale Galileo (Tng). Crediti: Inaf/R. Cerisola

In questo esperimento, il Tng e il vicino William Herschel Telescope (Wht), entrambi situati presso l'Osservatorio di Roque de Los Muchachos a La Palma, Isole Canarie, hanno osservato due quasar lontani circa 12 e 8 miliardi di anni luce da noi, in due diverse direzioni nel cielo. Ciascun telescopio era dotato di un fotometro a due canali, con un filtro ottico che divideva la luce dei quasar tra fotoni più rossi e più blu. La luce proveniente dai due quasar, cadendo casualmente su uno dei canali del fotometro, è stata usata come "generatore cosmico" di numeri casuali per controllare, in maniera il più possibile indipendente, il sistema di riferimento su cui misurare la polarizzazione di coppie di fotoni "abbracciate" – *entangled* – generate da un laboratorio mobile all'esterno del Nordic Optical Telescope, sito anch'esso a La Palma. Questi fotoni venivano poi inviati verso due stazioni riceventi, una vicino al Tng e l'altra vicino al Wht, per misurare la polarizzazione individuale di ciascuno dei due fotoni *entangled* come deciso dalle fluttuazioni della luce del rispettivo quasar.

«Difficile immaginare che l'esperimento effettuato nei primi giorni del 2018 all'Osservatorio del Roque de Los Muchachos (Orm) avrebbe avuto a distanza di pochi anni una così grande importanza nell'assegnazione del Premio Nobel per la Fisica al Prof. Anton Zeilinger. In quei giorni lo staff del Telescopio nazionale Galileo (Tng) era in fermento», ricorda **Ennio Poretti**, attuale direttore del Tng. «Unitamente al William Herschel Telescope, il Tng era pronto per osservare due quasar posti in direzioni opposte nel cielo. La loro luce doveva essere usata come la sorgente generatrice di numeri casuali più indipendente possibile. Formatasi in un'epoca molto prossima al Big Bang iniziale, la loro luce non aveva avuto la possibilità di interagire. Quando i fotoni *entangled* generati dall'apparato posto all'Orm erano in viaggio verso i rivelatori, la luce dei quasar raccolta dai due fotometri collocati al Tng e al Wht decideva quali misure effettuare. Questo è stato il ruolo cruciale delle osservazioni astronomiche. I risultati dell'esperimento – prosegue Poretti – hanno confermato le aspettative della meccanica quantistica, che prevedeva la violazione della cosiddetta *Bell inequality* fra i fotoni *entangled*, al contrario dei modelli classici. Il merito dell'apparato costituito all'Orm è stato quello di fornire tali risultati con un alto grado di significatività. Dopo aver allineato le ottiche del telescopio, lo staff del Tng ha installato il fotometro dell'esperimento del Prof. Zeilinger a uno dei fuochi Nasmyth e lo ha collegato alla stazione ricevente sul ponte di accesso. Un esperimento di poche ore si è così rivelato decisivo nello scrivere un'importante pagina della meccanica quantistica».

<https://www.media.inaf.it/2022/10/04/un-abbraccio-cosmico-da-premio-nobel/>

V. anche <https://www.media.inaf.it/2018/08/20/quasar-entanglement-quantistico/>