

Ancora il laser nella luce del Nobel per la Fisica

✍ G.C. Righini 📅 30-10-2018 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/846>



Arthur Ashkin, Gérard Mourou, Donna Strickland. Crediti: © © The Nobel Foundation, Ill: N. Elmehed. © Nobel Media.

Dopo il Nobel 2017 per la Fisica assegnato a Weiss, Barish e Thorne per l'osservazione delle onde gravitazionali, resa possibile dall'impiego del laser nel sistema interferometrico di rivelazione LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), anche il Nobel 2018 costituisce un riconoscimento dell'importanza delle applicazioni del laser sia in campo scientifico sia in quello tecnologico.

Quando fu inventato, alla fine degli anni '50, il laser fu definito da alcuni, con assoluta mancanza di lungimiranza, "una soluzione in cerca di problemi". La realtà ha invece dimostrato che moltissimi sono stati i problemi risolti solo grazie al laser, e numerosissime le sue applicazioni, tutte di grande impatto non solo in campo scientifico ma anche nella vita di tutti i giorni. Dalla fisica alla biologia, dalle tecniche spettroscopiche ai biosensori, dalle comunicazioni in fibra ottica alle operazioni chirurgiche di alta precisione, il laser si è dimostrato uno strumento utilissimo e spesso indispensabile.

Inevitabilmente, anche l'assegnazione dei Premi Nobel per la Fisica, a partire da quello del 1964 a

Townes, Basov e Prokhorov per i lavori fondamentali su maser e laser, ha tenuto conto degli sviluppi di questa nuova branca della scienza, in cui la fisica gioca un ruolo di primo piano e che può vantare importantissime applicazioni interdisciplinari. Così, il Nobel 2018 è stato assegnato all'americano Arthur Ashkin per la dimostrazione dei fenomeni di pressione della radiazione laser e l'invenzione delle pinzette ottiche (optical tweezers) e al francese Gérard Mourou e alla canadese Donna Strickland per l'invenzione della tecnica CPA (Chirped Pulse Amplification), che ha portato allo sviluppo di sorgenti laser in grado di emettere impulsi di potenza sempre più elevata e di durata sempre più breve. A titolo di curiosità si può osservare che Ashkin, a 96 anni, è il più anziano vincitore di Premio Nobel, sopravanzando nettamente Leonid Hurwicz, Nobel per l'Economia nel 2007, a 90 anni. Prima di Ashkin, il più anziano vincitore del Nobel per la Fisica è stato Raymond Davis Jr, che a 88 anni ha ricevuto il Nobel nel 2002 per contributi pionieristici all'astrofisica e in particolare alla rivelazione dei neutrini cosmici. Dal canto suo, Donna Strickland è la terza donna a ricevere questo premio, dopo Marie Curie (1903) e Maria Goeppert-Mayer (1963); con il suo, diventano 49 i Premi Nobel assegnati a donne, su un totale di 902 (escludendo i 24 a organizzazioni internazionali).

Nel 1970 Ashkin dimostrò sperimentalmente che un fascio laser focalizzato esercita su una particella neutra micrometrica due tipi di forza: una longitudinale, nella direzione del fascio, e una trasversale, nella direzione del gradiente di intensità del fascio stesso. A partire da queste osservazioni, nel 1986 Ashkin e colleghi riuscirono a realizzare una trappola ottica (le cosiddette "pinzette ottiche") con un singolo fascio laser. Questa scoperta ha avuto infinite applicazioni, in fisica atomica, in meccanica, in chimica e in biologia, influenzando anche i lavori che hanno portato al Nobel 1997 a Chu, Cohen-Tannoudji e Philips per lo sviluppo di metodi per raffreddare e intrappolare gli atomi con luce laser e al Nobel 2001 a Cornell, Wieman e Ketterle per la realizzazione della condensazione di Bose-Einstein.

Il lavoro fondamentale di Mourou e Strickland, invece, appare nel 1985, con la dimostrazione della tecnica CPA, che consiste nel dilatare un fascio laser nel tempo, amplificarlo, e poi comprimerlo nuovamente: è così possibile ottenere impulsi laser molto intensi e molto brevi, superando il problema del danneggiamento del materiale attivo nel caso di amplificazione diretta. Anche in questo caso, gli sviluppi sono stati enormi, con applicazioni in chimica, medicina e nell'industria, e continuano tutt'oggi nel campo della fisica degli attosecondi (10^{-18} s) e dei laser ultrapotenti, con intensità di decine di petawatt (10^{15} W). A livello europeo, l'iniziativa ELI (Extreme Light Infrastructure), fortemente promossa da Mourou, mira, da un lato, a permettere studi fondamentali dell'interazione radiazione-materia a livelli ultrarelativistici ($I > 10^{24}$ W/cm²) e dall'altro a sviluppare nuove tecnologie in medicina (trattamenti oncologici, diagnostica biomedica, ...) e in fisica nucleare (acceleratori di particelle, trattamento di scorie nucleari, ...). Le nuove frontiere sono ora rappresentate dalla fisica degli exawatt (10^{18} W) e degli zeptosecondi (10^{-21} s)!

Immagine in homepage: il laser L1 Allegra, interamente basato sulla tecnica CPA applicata a un amplificatore parametrico (OPCPA), realizzato dal gruppo laser di ELI-Beamlines e destinato a essere una delle quattro sorgenti dell'infrastruttura che comprende anche un laser da 10 PW. Crediti: © ELI Beamlines 2018.