



# La scoperta della luce coerente (il laser) e la ricerca sulla fusione nucleare

Le applicazioni del laser alla diagnostica ed alla produzione di plasmi a partire dalla scoperta del laser a rubino di Maiman, sviluppate nel gruppo di "Ottica e Spettroscopia" del "Laboratorio Gas Ionizzati" del CNEN, di cui l'autore faceva parte

DOI 10.12910/EAI2015-088

■ S. Martellucci

## Le prime ricerche in Italia sulla fisica del plasma e la fusione nucleare

Nel 1957, studente del corso di laurea in Fisica all'Università "Sapienza" di Roma, eseguivo calcoli numerici per elaborare misure sperimentali ottenute da un gruppo di ricercatori che studiavano i raggi cosmici con il metodo della camera di Wilson, posizionata ad alta quota in un laboratorio sul Plateau Rosa del Monte Cervino sulle Alpi. Nell'estate si diffuse la notizia che nella seconda metà dell'anno accademico successivo, durante il quale avrei dovuto scegliere l'argomento della mia tesi di laurea, fosse previsto il soggiorno presso l'Istituto di Fisica del professor Franco Rasetti, in anno sabatico dall'Università Johns Hopkins di Baltimora, Maryland, USA.

Franco Rasetti, il "Cardinale" del gruppo noto con il nome di "ragazzi di Via Panisperna", aveva lavorato con Enrico Fermi (il "Papa"), nel vecchio e prestigioso Istituto di Fisica di Via Panisperna dell'Università di Roma, negli esperimenti che erano valsi a Fermi il conferimento del Premio Nobel per le Scienze Fisiche.

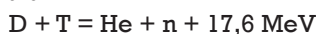
Emigrato, dopo Fermi, prima all'Università Laval, Québec, Canada e poi negli Stati Uniti alla Johns Hopkins University, doveva decidere dove trascorrere quel periodo di anno sabatico. Aveva ricevuto un'offerta all'Università di Miami in Florida solo per un semestre: da settembre 1958 a febbraio 1959; la seconda metà dell'anno accademico la trascorse a Roma, dove i professori Edoardo Amaldi ed Enrico Persico lo avevano invitato a collaborare a un nascente progetto di ricerca sulla fisica del plasma. Questo progetto era sorto, su iniziativa di Persico, in seguito alle due Conferenze internazionali di Ginevra per l'uso pacifico dell'energia nucleare: in quella circostanza gli inglesi avevano tolto il vincolo di segretezza militare alle loro ricerche sull'argomento, aprendo i loro laboratori anche a scienziati di paesi, come l'Italia, che erano stati sconfitti in guerra. Un assistente di Persico, il prof. Bruno Brunelli, si recò allora a Culham, in Inghilterra, per imparare le tecniche che consentissero di cominciare anche in Italia un'attività di ricerca sulla fusione termonucleare controllata, secondo l'approccio magnetico già intrapreso dagli inglesi. Poco dopo il ritorno di Brunelli in Italia, il 26 giugno 1952, fu istituito il CNRN (Consiglio Nazionale delle Ricerche Nucleari).

Contact person: Sergio Martellucci  
martellucci.sergio@gmail.com



Il CNRN nel 1960 si trasformò in CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare) e successivamente in ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente).

La fusione è una delle due reazioni nucleari (l'altra è la fissione) attraverso le quali si sviluppa energia; consiste nell'unione di due nuclei leggeri, ad esempio deuterio e trizio, in uno più pesante, in questo caso elio. Come avviene nel Sole, in questo processo si libera energia poiché la massa dei prodotti finali (elio e un neutrone) è minore della massa inizialmente presente (deuterio e trizio); in formula



Per far venire in contatto i due nuclei iniziali, vincendo la loro repulsione coulombiana, serve una gran quantità di energia: per ottenere in laboratorio reazioni di fusione, ad esempio, è necessario portare una miscela di deuterio e trizio a temperature elevatissime (oltre i 100 milioni di gradi, circa 10 keV) per tempi sufficientemente lunghi. A queste temperature gli atomi di un gas si ionizzano e il gas diventa una miscela di particelle cariche elettricamente (ioni ed elettroni) che prende il nome di "plasma". Investigare il comportamento del plasma utilizzando l'intensa luce che emette, e imparare a misurarne i parametri caratteristici, è quindi propedeutico a qualsiasi ricerca sulla fusione nucleare. Rasetti cominciò a studiare questo argomento cercando informazioni nei laboratori statunitensi, ma dovette presto scontrarsi con la segretezza ancora imposta a molte ricerche.

Fu molto stizzito da questi impedimenti, scrisse infatti ad Amaldi: «Ho domandato a Dieke, che si occupa di spettroscopia, che cosa c'è di pubblicato sul plasma ad alta temperatura e soggetti simili, ma a quanto pare in America non c'è quasi niente perché il molto lavoro che si fa è tutto segretissimo, supponendosi che possa servire all'utilizzo dell'energia termonucleare (per tenerlo segreto non si sa a chi, dato che i russi, a giudicare dal satellite, ne devono sapere molto di più degli altri anche in fatto di reazioni termonucleari). Forse esistono pubblicazioni in paesi che hanno in minor grado il complesso della segretezza, e se ne conosci gradirei averne le indicazioni». La lettera, datata 19 ottobre 1957, è conservata a Roma presso l'Archivio Amaldi. Il satellite cui Rasetti si riferisce è lo Sputnik, mandato in orbita dai russi il 4 ottobre 1957.

Vista l'impossibilità di trovare la documentazione necessaria negli Stati Uniti, Rasetti chiese informazioni a Persico, con il quale ebbe un ricco scambio di corrispondenza nel periodo precedente il suo lungo soggiorno a Roma. Per organizzare meglio il lavoro dei sei mesi che avrebbe trascorso presso il "Laboratorio Gas Ionizzati", decise di dedicare una parte delle sue vacanze estive del 1958 alla programmazione delle attività di ricerca e alla scelta degli strumenti da acquistare. Rasetti era solito trascorrere il periodo estivo in Italia, dividendosi tra visite alla madre, che viveva a Roma, ed escursioni alpine; nel giugno 1958 si fermò anche qualche tempo a Roma per prendere accordi con il futuro collega Ugo Ascoli-Bartoli e per aiutare Persico e Bruno Brunelli nella scelta degli strumenti spettroscopici più convenienti.

Prima di ripartire per gli Stati Uniti, il 2 settembre, passò di nuovo da Roma, dove poté comunicare ad Amaldi che gran parte del materiale ordinato era già ammassato nei locali del laboratorio. Il programma di ricerca sul plasma poteva quindi iniziare. L'uso di tecniche interferometriche e spettroscopiche è oggi di routine in tutti gli esperimenti di fisica del plasma, ma nel 1959, quando Rasetti arrivò a Roma, le ricerche sull'argomento non erano molto avanzate e, spesso, erano ancora soggette a vincoli di segretezza militare.

### L'incontro con Franco Rasetti, il "Cardinale" del gruppo di Via Panisperna

Sollecitato dalla fama che circondava questa personalità, chiesi al prof. Persico, di cui seguivo le lezioni del corso di Fisica Teorica, il permesso di fare con lui il mio lavoro di tesi di laurea. È così che la mia carriera come fisico è cominciata sotto la guida di Franco Rasetti. Quando ci incontrammo, i laboratori di Frascati ancora non erano stati costruiti, e quindi le ricerche si svolgevano presso l'Istituto Marconi di Roma, in due stanzoni vicino allo studio del professor Persico. Fu là che Rasetti mi accolse quando io, ancora timido studente, gli fui presentato, e Rasetti mi classificò subito come il "laureabondo", non il "laureando", secondo il suo carattere da toscano brillante, capace di esporre in maniera scherzosa ciò che pensava senza alcuna remora.

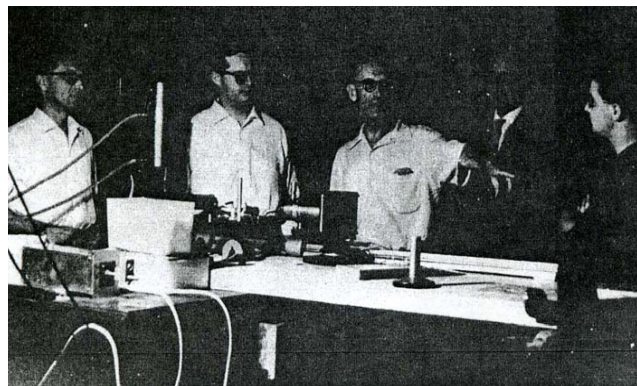
Non è stato un inizio facile: se sbagliavo qualcosa, non

potevo ripetere l'errore una seconda volta: bastava che ricordassi come mi aveva trattato per non ripeterlo... Era comunque un piacere stare vicino a lui perché anche solo ascoltandolo e vedendo ciò che lui faceva si imparava moltissimo. È stato una fonte di notizie preziosa e anche umanamente... la battuta salace alleggeriva la pesantezza del lavoro sperimentale.

Il gruppo sperimentale di "Optica e Spettroscopia" del "Laboratorio Gas Ionizzati" del CNRN era costituito allora da quattro o cinque persone; di questo gruppo diretto da Ugo Ascoli-Bartoli, Rasetti era un consulente esterno, chiamato da Persico, suo stretto amico, che pensò fin dal primo momento di associarlo in tutte le ricerche che riguardavano il difficilissimo problema delle misure sperimentali della cosiddetta "diagnostica del plasma", ovvero la misura dei parametri fisici del plasma (densità, temperatura ecc.).

Rasetti si rivelò un collaboratore prezioso sotto vari aspetti. Era in grado di costruirsi da solo tutto ciò che serviva per l'esperimento, inoltre sapeva saldare non solo il vetro, ma anche il quarzo, e ce l'ha insegnato, a noi ed anche ai tecnici... questo per dare un'idea della capacità sperimentale di quest'uomo. Aveva delle mani d'oro e nella valutazione degli ordini di grandezza era insuperabile, senza dubbio. Si sporcava le mani in prima persona, adoperandosi nella costruzione delle apparecchiature e nel farle funzionare: indossava un camice da laboratorio grigio perché diceva che quello bianco se lo possono permettere solo i medici, che non toccano gli strumenti, mentre lui poteva sporcarsi. Sotto la sua direzione abbiamo progettato e costruito uno spettrografo a reticolo di alta risoluzione per la misura della temperatura del plasma analizzando la luce emessa dal plasma (Figura 1).

Rasetti era una guida preziosa per ritrovare strumentazioni utili nella ricca dotazione dell'Istituto di Fisica Marconi, accumulate nel corso dei decenni: ad esempio, ricordava l'esistenza di un interferometro di Jamin che abbiamo poi utilizzato nell'esperimento di misura interferometrica del plasma. Lui lo ritrovò tra la dotazione strumentale che la Germania aveva ceduto all'Italia in conto riparazione danni di guerra del 1915-18. In veste di laureabondo io seguivo Rasetti negli scantinati dell'Istituto di Fisica, per scoperchiare tutte le casse del trasloco che era stato fatto da via Panisperna alla nuova sede dell'Istituto di Fisica, nella Città Universitaria di Roma. Rasetti ricordava ancora benissimo le caratteri-



**FIGURA 1** Ugo Ascoli-Bartoli, Alberto De Angelis, Franco Rasetti, Antonio Bolle e Sergio Martellucci (da sinistra a destra) discutono il principio di funzionamento di uno spettrografo a reticolo ad alta risoluzione costruito per la misura della temperatura del plasma ("Laboratorio Gas Ionizzati" al piano sotterraneo dell'Istituto di Fisica "Guglielmo Marconi" di Roma, 1959)

Fonte: Servizio Documentazione dell'ENEA di Frascati

stiche delle apparecchiature usate molti anni prima, ai tempi delle ricerche con Fermi. Ricordava anche calcoli, formule e teorie sviluppate in precedenza, con Fermi, e sapeva con certezza dove andare a cercare i risultati ottenuti in passato, nel momento in cui si fossero rivelati utili per nuovi esperimenti. Ad esempio, la formula che dà la refrattività del plasma, Rasetti me la fece trovare su una pubblicazione di Fermi conservata nella biblioteca dell'Istituto Guglielmo Marconi sull'indice di rifrazione dei plasmi interstellari. Utile anche nella stesura dei testi in inglese: il primo lavoro in lingua inglese me l'ha corretto lui ed io conservo ancora il manoscritto con le sue correzioni originali. Allora non c'erano i calcolatori e tuttavia lui lavorava con la stessa logica di composizione: se per esempio bisognava ricomporre lo scritto, lui lavorava con la colla e le forbici e ritagliava il tutto. In parallelo alle attività di laboratorio e alla stesura degli articoli, alle undici di ogni mattina, Rasetti raccoglieva tutto il gruppo assieme ad altri dell'Istituto che volessero ascoltarlo, ci portava in un'aula libera e ci faceva il corso di meccanica statistica che lui era abituato a tenere a quella stessa ora a Baltimora, alla Johns Hopkins University. Spiegava con una conoscenza teorica che era pari alla sua abilità sperimentale. Rasetti, in collaborazione con Ugo Ascoli-Bartoli, eseguì la prima misura al mondo della densità elettronica

di un plasma mediante interferometro ottico; i risultati furono pubblicati nel 1959 sul «Nuovo Cimento» [1].

Io, all'epoca ancora laureando in Fisica sotto la guida di Ascoli-Bartoli e Rasetti, rammento che in questa esperienza venne utilizzato l'interferometro di Jamin già ricordato, di produzione tedesca, di qualità ottica eccezionale, costruito alla fine del secolo precedente. Grazie a questo interferometro il gruppo di ricercatori del "Laboratorio Gas Ionizzati" misurò la variazione dell'indice di rifrazione dell'argon quando questo gas veniva ionizzato con una scarica a radiofrequenza. L'indice di rifrazione di un materiale indica la velocità di propagazione di un'onda elettromagnetica (un segnale luminoso) in quel materiale, rapportata alla sua velocità nel vuoto. Per un gas di elettroni questo indice dipende, oltre che dalla frequenza della radiazione incidente, dalla densità degli elettroni. Poiché l'indice di rifrazione si può misurare con tecniche interferometriche, è possibile in tal modo ricavare la densità elettronica. Questa è la strada che seguirono Rasetti e Ascoli-Bartoli, aiutati dai due giovani collaboratori Martellucci e De Angelis, ricordati nei ringraziamenti della pubblicazione.

L'articolo del 1959 è l'unico sull'argomento che porti la firma di Rasetti, ma il suo contributo è all'origine anche di numerose ricerche successive, pubblicate da Ascoli-Bartoli e dal suo gruppo in quegli anni. In questi articoli il nome di Rasetti compare solo nei ringraziamenti. Noi volevamo che lui firmasse i lavori, ma si è sempre rifiutato di farlo perché diceva che il suo interesse in questo campo era zero. Lui lo aveva fatto solo per il piacere di continuare a lavorare in laboratorio con noi. Nonostante il suo interesse fosse quasi nullo, Rasetti continuava a offrire la propria collaborazione: ci ha seguito dandoci consigli preziosi ogni volta che ne avevamo bisogno, anche attraverso colloqui telefonici, lui negli Stati Uniti e noi in Italia. Quando Rasetti tornava in Italia, non mancava mai di venirci a trovare e noi, pur di continuare a beneficiare dei suoi consigli, ritardammo il più possibile il trasferimento a Frascati nell'attuale sede degli esperimenti del programma sulla fusione nucleare.

## Il primo laser a rubino

I miei ricordi non sono limitati al 1959, quando Rasetti era in anno sabatico a Roma, ma si estendono anche

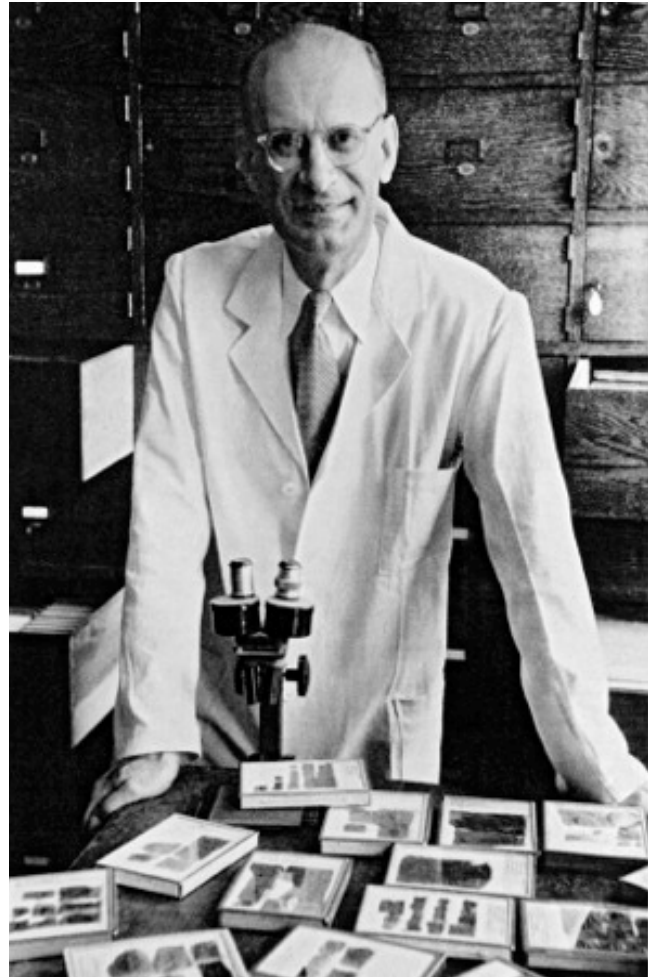
agli anni seguenti. Nel 1960, Rasetti ci comunicò che era stata fatta la più importante scoperta scientifica del secolo: la rivista inglese *Nature* aveva pubblicato il successo di Ted Maiman, della Hughes Aircraft Co. nel far funzionare il primo laser a rubino al mondo, sorgente di luce coerente nel rosso a 6943 Å. Osservò che bisognava essere grati al "referee" della rivista inglese *Nature* (forse lui stesso) che l'aveva autorizzata, superando le forti opposizioni delle riviste scientifiche americane che ne avevano impedito la pubblicazione per favorire il primato della scoperta dell'industria Bell Telephone Co. che stava mettendo a punto il laser a gas ad He-Ne. La coerenza della luce laser permetteva di ottenere, oltre la monocromaticità della radiazione, tutte quelle conseguenze che costituiscono oggi i risultati della moderna ricerca dell'ottica o elettronica quantistica. Per noi fu subito evidente che, dopo tanti sforzi spesi nel ricercare sorgenti di luce impulsate così brillanti da superare la luce emessa dal plasma, avevamo finalmente a disposizione la migliore sorgente di luce possibile da utilizzare a questo scopo. Da Rasetti venne il suggerimento di cominciare a usare il laser. Ci serviva una sorgente di notevole brillantezza e Rasetti mi suggerì di cominciare a costruirmi da solo un laser in casa. «Il rubino sintetico te l'ho portato io», disse, e tirò fuori dalla tasca la barretta di rubino sintetico che ci aveva portato dagli Stati Uniti. Questo fu solo uno dei numerosi aiuti e consigli che Rasetti continuò a dispensare tutte le volte che passava a trovarci, cosa che non mancava mai di fare quando si trovava a Roma.

Non solo per la fisica, però: una volta si precipitò in laboratorio per un motivo particolare. Un giorno stavamo lavorando in laboratorio io e De Angelis, che aveva il compito di curare i sistemi da vuoto. Il professor Rasetti, senza alcun preavviso, piombò in laboratorio ancora in tenuta da montagna e chiamò De Angelis chiedendogli di aprire immediatamente una campana sotto vuoto; De Angelis la aprì e Rasetti vi mise la sua macchina fotografica, accese la pompa e disse: «Speriamo di esserci riusciti ... » A cosa? «Io vengo direttamente dal Gran Sasso», ci spiegò. «Sono venuto giù di corsa perché ero a fotografare lo sbocciare di un fiore. Ho fatto delle fotografie eccezionali di cui sono a caccia da tempo. Dopo aver fatto queste foto, mi sono avvicinato al fiore, che si trovava in prossimità di un ruscello; chinandomi per osservarlo meglio, la macchina fotografica, che portavo a



tracolla, mi è andata nell'acqua... A me della macchina non importa, ma voglio recuperare la pellicola; allora ho pensato di venire qui a Roma a far aspirare sotto vuoto tutta l'acqua e l'umidità che è entrata nella macchina per salvare il rullino. Ora», concluse rivolgendosi a De Angelis, «sono nelle tue mani». Ha funzionato.

L'Accademia dei Lincei, su proposta di Amaldi, ha pubblicato nel 1980 il suo libro *I fiori delle Alpi*. Quindi non solo fisica, ma conversazioni piacevoli sui più disparati argomenti. Solo un tema è sempre stato tabù: sono stato a lungo con Rasetti per parecchi anni, parlando di tutto, dalle barzellette, alle donne (era molto brillante anche da quel punto di vista...), fino al problema di Majorana, gli insetti, i fiori ... solo della bomba atomica non ha mai, mai, mai voluto parlare. Il "problema di Majorana" cui si fa riferimento è la scomparsa del compagno di via Panisperna e la fantasiosa ipotesi fatta nel romanzo di Sciascia su tale scomparsa: Amaldi e anche Persico ritenevano che quel libro fosse offensivo nei confronti della memoria di Majorana. Loro stimavano moltissimo Majorana. Ritenevano che fosse caduto in una fortissima depressione dopo aver vinto una cattedra a Napoli, e questo stava alla base del suicidio nel viaggio per mare da Napoli a Palermo, dove risiedeva la sua famiglia. Majorana era un fisico teorico brillantissimo, con delle intuizioni prodigiose, e discuteva solamente con Fermi. Per esempio, Persico diceva che Majorana era una persona capace di risolvere qualunque problema teorico gli sottoponessero. «Allora», raccontava Persico, «la procedura era questa: noi, se avevamo un problema, lo discutevamo con Fermi e mettevamo insieme il quesito per scritto. Lo davamo a Majorana che ci lavorava da solo e ci rispondeva per iscritto in maniera chiarissima, inequivocabile e sempre perfetta». «L'unico problema», aggiungeva Rasetti, «era che scriveva con una calligrafia minuscola su pezzetti di carta molto piccoli ed era difficile decifrare il testo!» Questo era il carattere toscano di Rasetti che metteva tutto sullo scherzo. Però anche lui aveva di Majorana una stima incredibile. Più tardi le visite iniziarono a diradarsi dopo la morte della madre, nel 1972. La fisica cominciò a cedere sempre più il posto ad altri interessi: la paleontologia, la botanica, l'entomologia. La sua ricca e rara collezione di trilobiti, vedi la Figura 2, è conservata al museo dell'ISPRA di Roma (<http://www.anms.it/upload/rivistefiles/8d62f9fc1c2dc8ce2d937699f9021eff.pdf>).



**FIGURA 2** Franco Rasetti con la sua collezione di trilobiti alla Johns Hopkins University, nel 1953  
Fonte: <http://www.francorasetti.it/>

### Il gruppo di "Ottica e Spettroscopia" del "Laboratorio Gas Ionizzati" di Frascati

Il lavoro di ricerca, iniziato con Rasetti, proseguì poi nel gruppo di "Ottica e Spettroscopia" del "Laboratorio Gas Ionizzati" di Frascati con gli sviluppi delle tecniche laser sotto la guida di Ugo Ascoli-Bartoli. Egli partecipò alla vita del Laboratorio di Frascati fin dalla sua costituzione nell'ottobre 1957. Inizialmente vi partecipava



**FIGURA 3** Ugo Ascoli-Bartoli illustra le disomogeneità di un plasma “theta-pinch” evidenziate con una foto “shadowgraph” ottenuta con un laser a rubino impulsato (Amsterdam 1962)

Fonte: Servizio Documentazione dell'ENEA di Frascati

nei pomeriggi e nei fine settimana liberi dal suo impegno presso l'Istituto Sperimentale delle FF.SS., Ferrovie dello Stato, successivamente a pieno tempo, da quando venne distaccato da quell'Istituto ed associato all'EURATOM. Il contributo o meglio l'impulso dato con originalità di concezione e di realizzazione alle esperienze con plasma diagnosticato otticamente è testimoniato dai numerosi lavori pubblicati, dapprima con gli esperimenti pionieristici basati sulla refrattività del plasma

che con ingegnosi accorgimenti tecnici egli realizzò con sorgenti luminose standard.

Dopo la scoperta del laser di Maiman, dal 1962 introdusse l'uso del laser a rubino impulsato nelle tecniche di interferometria, schlieren e shadowgraph, applicate al plasma per misurarne la densità, il suo gradiente ed il suo laplaciano, e nel 1963 eseguì il primo esperimento di scattering (diffusione) di luce laser dal plasma, sempre a scopo diagnostico, per misurarne la temperatura. In Europa molti ricordano ancora le belle diapositive *shadowgraph* di un *thetapinch* di Frascati proiettate due volte su richiesta dei partecipanti allo European Study Group on Fusion, tenutosi nel 1962 ad Amsterdam (Figura 3).

Negli anni successivi tutte queste tecniche, diventate di uso generale nella fisica del plasma, sono state ripetutamente applicate negli esperimenti del Laboratorio di Frascati con la costante e fattiva collaborazione del prof. Ascoli-Bartoli. Il suo apparato di laser scattering per la misura della temperatura elettronica del plasma utilizzato sul Tokamak FT (Frascati Torus) in Italia, è stato impiegato anche sul Tokamak Alcator al MIT (Massachusetts Institute of Technology) di Boston, negli Stati Uniti.

Ancora nello stesso periodo, in piena guerra fredda, grazie ad uno speciale accordo tra EURATOM e l'Accademia delle Scienze dell'URSS, il gruppo inglese di Culham, diretto da Nicol J. Peacock, utilizzò a Mosca sul Tokamak T-3 dell'Istituto Kurchatov lo stesso metodo di laser scattering per la misura di temperatura del plasma.

Un'altra importante impresa sperimentale, avviata e mandata avanti con vigore dal prof. Ascoli-Bartoli sin dal 1963, è stato l'esperimento di ablazione mediante laser di un granello di idrogeno solido colpito al volo. Si avviava così a Frascati un nuovo filone di ricerca, tutt'ora vivo, che dava significativi risultati nel campo della fusione a confinamento inerziale, con un anticipo di quasi dieci anni rispetto alla data (1972) della 'declassificazione' di questa linea alternativa a quella del confinamento magnetico.

Ricordo ancora l'entusiasmo di Ugo Ascoli-Bartoli che, di ritorno dalla Conferenza Internazionale sull'Elettronica Quantistica di Parigi del 1963, ci raccontava l'intervento (e le sue successive discussioni con lui) di Nicolay G. Basov sulla possibilità di innescare reazioni di fusione nucleare utilizzando laser impulsati di elevatissima potenza. Basov nell'anno successivo (1964) condivise il Premio Nobel per la Fisica con Alexander M. Prokhorov

e Charles H. Townes, per i loro studi e ricerche nel campo degli oscillatori ed amplificatori maser e laser. Dopo breve tempo abbiamo messo a punto, sotto la sua guida, tutti gli apparati sperimentali necessari (il sistema laser a impulsi ultracorti di altissima potenza, il sistema criogenico per solidificare il deuterio alla temperatura di 4K, il sistema di diagnostica neutronica per la misura delle reazioni di fusione prodotte, ecc.).

Il nostro senso dell'umorismo (anzi prevalentemente quello di Ugo) ci suggerì di dare all'esperimento il nome di "Hot Ice", in italiano "Ghiaccio Bollente", il soprannome dato ad Anita Ekberg, la fascinosa attrice svedese protagonista del film "La dolce vita" di Federico Fellini, la fredda donna nordica riscaldata dal "latin lover" Marcello Mastroianni. L'esperimento ha raggiunto nel 1970 il regime termonucleare, ottenendo neutroni da reazioni di fusione, ma è stato chiuso su richiesta di EURATOM perché il confinamento inerziale era allora ancora classificato in Italia. I ricercatori del gruppo "Optica e Spettroscopia", aumentati a circa 10 persone nel corso degli anni, passarono ad altri programmi, ad esempio allo studio del Tokamak FT di Frascati, compreso Ugo Ascoli-Bartoli, ovvero si trasferirono in altri enti di ricerca in Italia e all'estero. Ugo Ascoli-Bartoli è morto all'età di 57 anni all'alba dell'11 settembre 1980. Ugo dalla vita di laboratorio ebbe grandi soddisfazioni, ma non si può non ricordare il suo cruccio, quando quotidiane difficoltà e limitazioni di mezzi non gli permettevano di realizzare le tecniche più avanzate che avrebbero aumentato nell'esperimento la precisione, la ricchezza di informazione o semplicemente l'eleganza della soluzione.

### Studi e programmi sulla fisica del laser e le sue applicazioni

Io, che, come Ascoli-Bartoli, avevo già avuto esperienze di insegnamento universitario con corsi di "Elettronica Quantistica" presso l'Università dell'Aquila e di "Fisica" presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "Sapienza", sono stato chiamato, vincitore di concorso di prima fascia, sulla cattedra di "Fisica" della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli e, poi, all'Università di Roma "Tor Vergata", a partire dalla sua fondazione. Sempre, comunque, la mia attività di ricerca è stata rivolta alla fisica del laser e alle sue applicazioni.

Ho preso parte ad altri programmi di ricerca laser sia CNEN (ad es. di arricchimento isotopico dell'uranio, Progetto AIFA, Arricchimento Isotopico Foto-Assistito) sia CNR (Progetti Finalizzati "Laser di potenza" e "Tecnologie elettro-ottiche", dedicati alle applicazioni meccaniche, mediche dei laser, e dei sistemi optoelettronici per la difesa militare, l'ambiente e l'informatica), sia nazionali che internazionali (come EUROLASER), coinvolgendo in questi progetti aziende pubbliche, private, centri di ricerca ed università di tutta l'Italia.

Nel 1980 il prof. Zichichi mi ha poi nominato Direttore della Scuola Internazionale di Elettronica Quantistica del suo Centro e Fondazione di Cultura Scientifica "Ettore Majorana" di Erice, della quale si sono tenuti sino ad oggi circa 60 corsi dedicati sempre alla fisica del laser ed alle sue applicazioni a partire dal primo corso dedicato ai FEL (Laser ad Elettroni Liberi). Nel 40° Corso di questa Scuola, nel 2004, per festeggiare il 40° anniversario del conferimento del Premio Nobel per la Fisica nel 1964 a Basov, Prokhorov e Townes, che ho già ricordato, ho invitato ad Erice il prof. Townes che ha tenuto la lezione di apertura [2], ricordando che il 2004 rappresentava anche il 50° anniversario della realizzazione nel 1954 del suo primo maser a microonde (Figura 4).

Basov e Prokhorov erano già morti, mentre Townes è morto quasi centenario alla fine del gennaio 2015. Egli è stato uno degli scienziati invitati ad Erice dopo



**FIGURA 4** Charles H. Townes e Sergio Martellucci ad Erice durante la premiazione con la medaglia Galileo Galilei della Società Italiana di Ottica e Fotonica (Erice 2004)  
Fonte: Centro e Fondazione "Ettore Majorana", Erice (Trapani)



aver vinto il Premio Nobel per la Fisica, ma nel Workshop “Progress in Microemulsions” della mia Scuola nel 1985, e nel Corso “Bose-Einstein Condensates and Atom Laser” nel 1999, hanno partecipato il prof. Pierre Gilles de Gennes ed il prof. Wolfgang Ketterle, che hanno successivamente vinto il Premio Nobel per la Fisica nel 1991 e nel 2001, rispettivamente. Mi piace concludere osservando che forse il prof. Townes ha voluto la-

sciarsi dopo che nel 2014 il Premio Nobel per la Fisica è stato assegnato ad Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura per l’invenzione dei laser a LED (diodi emettitori di luce) e dopo l’inizio dell’anno 2015, dedicato dalla comunità scientifica internazionale alla celebrazione dell’International Year of Light (IYL 2015). ●

**Sergio Martellucci**

Università di Roma “Tor Vergata”, Facoltà di Ingegneria

abstract

### The discovery of the coherent light (the laser) and the nuclear fusion research

*The author describes the laser applications to the plasma diagnostics and production starting from the Maiman ruby laser discovery that have been studied by the “Optics and Spectroscopy” group of the CNEN “Ionized Gases Laboratory” he was member of.*

bibliografia

- [1] U. Ascoli-Bartoli and F. Rasetti, “Measurement of the Refractive Index of a Plasma in the Optical Region”, *Il Nuovo Cimento* 1959, Serie X, Vol. 13, pp. 1296-1299
- [2] C.H. Townes, “Birth of the maser and laser”, in *Proceedings of the NATO A.S.I. Optical Chemical Sensors*, 29 July – 10 August 2004, Editors: F. Baldini, A.N. Chester, J. Homola and S. Martellucci. Springer, NATO Science Series Vol. 224 (2006), pag. 1-15

Gran parte del materiale presente in questo articolo è stato tratto da precedenti pubblicazioni dello stesso autore, in italiano o in inglese, ricordate di seguito:

- Quaderni de *La Ricerca Scientifica*, n. 111, Gruppo Nazionale di Elettronica Quantistica e Plasmi del CNR, “2° Congresso Nazionale Elettronica Quantistica e Plasmi” (Palermo, 1980, a cura di V. Degiorgio, S. Martellucci & S. Riva Sanseverino), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma 1983, pag. 11
- Sergio Martellucci, “The birth of plasma diagnostics and production by laser. Selected papers and talks in memory of Ugo Ascoli-Bartoli”, Università di Roma Tor Vergata – ENEA – ARACNE 22 (2004), pag. VII
- Valeria Del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna: l'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Saggi – Scienze – Bollati Boringhieri (2007) pag. 106-109, 134-137
- William A. Barletta and Henning Wegener, “Averting Disaster: Science for Peace in a Perilous Age. The Erice International Seminars on Nuclear War and Planetary Emergencies: From 1981 to 2008”, *World Scientific* (2010), pag. 101-104