

V. CAGLIOTI (*)

Nicola Parravano e la sua opera scientifica (**)

Signor Presidente, Signore Maria Teresa, Bianca, Franca, Ernestina Parravano, e loro Familiari, gentili Signore e Signori,

nell'accingermi a rievocare la personalità di N. Parravano che per circa trent'anni ha tenuto una 'posizione eminente nella Scienza e nella Scuola italiane, sono ben conscio della difficoltà del mio compito.

L'ho incontrato per la prima volta al Congresso della Società Chimica Italiana tenutosi a Palermo nel 1925 e ne rimasi affascinato; ma ho vissuto accanto a Lui a Panisperna dal 1929 in poi, insieme ai suoi collaboratori di allora: F. De Carli, G. Malquori, P. Agostini, P. Misciattelli, G. Roberti.

E' mancata quindi, anche per i suoi alti incarichi che lo costringevano spesso a ridurre la durata della sua quotidiana presenza fisica in laboratorio, quella profonda conoscenza della sua personalità che emerge attraverso un lungo periodo di comune, diuturno lavoro.

Né posso invocare a tal fine l'amicizia che può nascere solo col tempo fra pari, e che caratterizzava la lunga comunanza di intenti e di operosità tra Parravano e Giordani.

Tale spirito di amicizia ispira e pervade la commossa rievocazione di Parravano tenuta da F. Giordani il 2 aprile del 1939 all'Accademia d'Italia, rievocazione che costituisce fra l'altro una bella pagina letteraria.

Nei miei rapporti con Lui erano prevalenti la stima profonda, l'affettuosa devozione ed il timore reverenziale; pertanto le mie parole possono dare solo una pallida immagine dell'Uomo.

Mi soffermerò invece di più, come del resto è consuetudine delle Accademie, su quel che rimane dell'opera dello Scienziato e del Maestro, avvalendomi

(*) Socio dell'Accademia, Presidente Emerito del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(**) Relazione presentata al Convegno sullo sviluppo della Scienza dei Metalli in occasione della celebrazione del centenario della nascita di Nicola Parravano (Roma, 6 novembre 1984).

anche della commemorazione fatta da Giordani, il quale più di ogni altro, gli è stato, per tutta la vita, vicino.

Nato nel 1883, si laureò a 21 anni, entrando a far parte della famiglia dell'Istituto Chimico di via Panisperna come assistente di Stanislao Cannizzaro. Nel 1909 frequentò il laboratorio di Nernst, dove poté approfondire la sua preparazione chimico-fisica, e familiarizzare con altri giovani studiosi di vari Paesi che frequentavano quel Centro di ricerca, e sarebbero divenuti più tardi i leaders della Chimica fisica nel mondo.

Nel 1913 vince il concorso di Chimica applicata e poco dopo viene chiamato a Firenze alla Cattedra di Chimica Fisica; nel 1919 torna a Roma alla Cattedra di Chimica inorganica (quella di Chimica organica era affidata ad Emanuele Paternò).

Vedremo in seguito quanta importanza ha avuto sullo sviluppo della Chimica e più in generale della Scienza e dell'Industria in Italia, lo stimolante ambiente di quell'Istituto.

La prodigiosa attività di Nicola Parravano quale Maestro di scienza e di vita si svolge in un arco di tempo troppo breve, trent'anni circa, dal 1907 al 1938, e si chiudeva nella notte tra l'8 e il 9 agosto del 1938, quando, cinquantacinquenne, la morte lo sottraeva all'amore dei suoi familiari, alla devozione degli allievi e collaboratori, alla simpatia rispettosa di tutti coloro che avevano avuto la fortuna di conoscerlo.

Prima di parlare della sua attività scientifica desidero brevemente soffermarmi sulla sua figura umana, e prendo lo spunto dalla rievocazione di Giordani per dare testimonianza di talune doti essenziali del suo spirito che erano norma della sua vita.

« Parco di lodi, prodigo di incoraggiamenti e di aiuti », dice Giordani, « ansioso di attrarre i migliori nel campo della ricerca scientifica, preoccupato di assicurare a tutti, i mezzi necessari per il lavoro e per il perfezionamento, lottatore incapace di accomodamenti o transazioni, leale nel suo comportamento, ha operato per trent'anni nel mondo chimico italiano durante il periodo più decisivo per lo sviluppo delle nostre attività scientifiche e industriali, aprendo le porte al soffio vivificante dei nuovi metodi di indagine e creando per primo una atmosfera di efficace collaborazione tra scienza e industria, lasciando un'orma che il tempo non potrà cancellare ».

Ed ecco alcune mie testimonianze sulla sua generosità e fermezza, e sulla sua scrupolosità ed intransigenza scientifica.

Andato in Germania a perfezionarmi, prima a Lipsia e poi a Göttinga e Francoforte, Egli integrò le due borse di studio del Ministero P.I. con un contri-



Nicola Patrevano

buto su un fondo privato che G. Morselli aveva messo a sua disposizione personale per aiutare i giovani a perfezionarsi.

Nel 1931, mi diede, sempre sul fondo Morselli, al termine della mia permanenza a Francoforte, un premio di operosità di 500 lire per le ricerche svolte e poi pubblicate su *Zeitschrift für Physik und Metallwirtschaft*.

Esigeva da noi assistenti dedizione assoluta alla ricerca: in compenso ciascuno di noi godeva della sua piena fiducia, e poteva lavorare in un'atmosfera di serenità che ricadeva la tranquillità spirituale dell'antico convento di Panisperna.

Il nostro compito era produrre scientificamente; ai riconoscimenti, se si meritavano, avrebbe certamente pensato lui con l'intuizione, la tempestività e la fermezza che gli erano proprie.

Un bel giorno, infatti, a novembre del 1933, viene nel mio studio, e mettendomi una mano sulla spalla, mi dice che era arrivato il mio turno: preparassi titoli e documenti per il prossimo concorso.

Nel 1936 vinco il concorso per Chimica generale a Firenze e, all'inizio del corso resto in quella città per tutta la settimana in cerca di casa.

Tornato a Roma il sabato, mi chiama a mi comunica con autorità, ma con benevolenza che non comprendeva questo mio accanimento a cercare casa: era suo intendimento farmi tornare a Roma a Chimica Fisica e avrei dovuto a tal fine rifare un nuovo concorso per quella disciplina. Il che si verificò puntualmente.

Soltanto più tardi, quando responsabilità analoghe, anche se più lievi, sono cadute sulle mie spalle, ho compreso che vivere accanto a Lui era stato per me e per tutti noi, un privilegio eccezionale.

La sua produzione scientifica è raccolta in circa centocinquanta pubblicazioni, di cui ottanta riguardano gli equilibri nei sistemi metallici e ricerche metallurgiche; gli altri lavori affrontano generalmente i fondamenti scientifici di processi applicativi in settori contemini.

Ho cercato quali potessero essere le fonti di ispirazione di tanto impegno in un settore, quello dei metalli, poco coltivato dalla chimica tradizionale.

La cosa era tanto più sorprendente in quanto egli aveva iniziato le sue ricerche di pura chimica inorganica con successo, seguendo con Bellucci l'indirizzo impresso da Piccini (uno sperimentatore di intuito fine che aveva contribuito a chiarire, con i suoi lavori la differenza tra ossidi e perossidi, chiarificazione che ebbe tanta importanza per il successo della classificazione periodica degli elementi).

Orbene, a Panisperna l'interesse per la chimica dei metalli era molto vivo, perché due insigni studiosi di metallurgia tecnologica, che frequentavano anche Panisperna, Giulio Sirovich e Federico Giolitti, divenuti più tardi leaders del rinnovamento dell'industria metallurgica, ponevano l'esigenza di approfondire le conoscenze di base dei sistemi intermetallici, e delle condizioni di equilibrio delle varie fasi.

D'altra parte, Egli era affascinato dai successi ottenuti da Tamman nello studio delle leghe binarie.

Ne fa fede la bella rassegna su « L'analisi termica » fatta da lui alla Società Chimica di Roma nel 1908 e pubblicata sui Rendiconti di quell'anno.

« Il campo dove l'analisi termica ha mietuto veri trionfi » egli dice, « soprattutto per opera del prof. Tamman di Göttingen, è quello delle leghe metalliche. Nel breve periodo di quattro anni sono già sessantaquattro le note metallografiche pubblicate dal Tamman e dai suoi allievi, e la serie certo non è ancora finita.

Per merito di questi lavori oggi si conoscono più di cento composti degli elementi tra loro, e questo notevole materiale sperimentale ha permesso di trarre delle conclusioni circa le relazioni di isomorfismo e la capacità degli elementi a formare composti tra loro, etc. etc... ».

Del resto gli studi di Gibbs sulla regola delle fasi avevano reso possibile la conoscenza degli equilibri nei sistemi eterogenei. Tra le ricerche di quel periodo primeggiava l'interpretazione delle deposizioni oceaniche e dei giacimenti salini di Scassfurth, data da Van t' Hoff in lavori rimasti classici. Tali lavori non potevano non colpire la fantasia e la curiosità scientifica di Parravano e indarlo ad applicare il metodo agli equilibri nei sistemi metallici a più componenti.

Orbene, l'analisi termica con la regola delle fasi, l'analisi micrografica, il metodo di calcolo della variazione dei potenziali termodinamici negli equilibri eterogenei, integrati con misure calorimetriche, e termomeccaniche, erano gli strumenti necessari per quelle ricerche. E Parravano affrontò l'argomento con entusiasmo pari alla robusta preparazione chimico-fisica che egli possedeva.

Ha studiato così numerosi sistemi binari, undici sistemi ternari: AgSnPb / FeNiMn / CuNiMn / NiCuPb / CuZnPb / PbSnCd / PbSnBi / PbSnFe / FeMnCu ed altri, tre sistemi quaternari: FeNiMnCu / PbSnCdBi / NiCuAgAu, individuando composti nuovi, soluzioni solide e anche fenomeni di soprassaturazione, lacune di miscibilità allo stato liquido e/o solido, nonché le superfici rappresentative dei potenziali termodinamici del liquido, del solido e loro relazioni.

Particolarmente interessante è stato lo studio dei sistemi ternari e quaternari di cui poco si sapeva.

In una serie di note, pubblicate in parte con G. Sirovich, fu definito, dapprima attraverso considerazioni teoriche, il prevedibile andamento dei diagrammi di stato di tali sistemi. Individuò quindi il metodo per risalire da questi, al tracciamento di curve simili a quelle di raffreddamento, che avrebbero dovuto corrispondere punto per punto; poté così stabilire i limiti di validità di tale metodo di rilevazione e le integrazioni metodologiche necessarie.

Il tutto fu verificato da Parravano sperimentalmente su leghe a tre e a quattro componenti, il che ha comportato un'immensa mole di lavoro sperimentale. Basta accennare che per il sistema Pb-Sn-Cd-Bi si dovettero esaminare quattrocento leghe di composizione diversa, e rilevare sulle relative curve di raffreddamento, ognuna delle quali presenta 4, o volte 5, oppure 6 temperature critiche, circa duemila dati numerici, oltre alle indagini micrografiche integrative.

Per i lavori sulle leghe metalliche gli fu assegnato nel 1917 il premio Reale dell'Accademia Nazionale dei Lincei.

Nella Relazione della Commissione (N. Paternò, G. Köener, A. Menozzi, R. Nasini, A. Angeli (relatore) è detto fra l'altro:

« Le deduzioni teoriche dell'Autore, ricavate dall'applicazione rigorosa dei principi fondamentali della teoria degli equilibri eterogenei, costituiscono un assieme complesso e completo di conoscenze sui sistemi ternari, come lo prova il fatto che esse vengono accettate e citate accanto ai lavori di Roozeboom, Ostwald e Schreinemakers.

Il gruppo dei lavori relativi alle leghe quaternarie e la teoria generale della solidificazione dei miscugli quaternari, costituiscono ancora oggi tutto quanto si conosce sulle leghe di quattro metalli.

La conoscenza dei fenomeni che in tali leghe possono verificarsi ha notevole importanza, oltre che teorica, anche in vista delle applicazioni, e pertanto essa diventa indispensabile ».

Anche la Società Chimica di Francia gli conferiva nel 1925 la medaglia Leblanc in una memoriale seduta nella quale, su invito di Le Chatelier, espose i risultati delle sue ricerche.

Ci si domanderà quale incidenza hanno avuto tali risultati sulla conoscenza della Chimica dei metalli.

anzitutto sono stati individuati nuovi composti. Parravano indicava come preminente per il chimico, il compito di preparare composti nuovi: « il fatto restava », egli diceva; « serviva nella vita corrente, e anche come base di nuove teorie, le quali però, con la loro continua e rapida obsolescenza non sempre appagano l'ansia del ricercatore ».

Del resto le fasi individuate nei sistemi studiati, il grado di miscibilità dei metalli, fanno parte di quell'insieme di conoscenze che hanno concorso a formulare quelle regole empiriche introdotte più tardi da Hume-Rotary, secondo le quali, per dare soluzioni solide in ampi limiti di solubilità, 1) i metalli debbono essere chimicamente simili, 2) devono avere struttura cristallina identica, 3) i loro raggi atomici non devono differire di più del 15%.

Sempre nel campo dei metalli, Parravano ha coltivato altre interessanti linee di ricerca quali il comportamento dell'azoto, del boro, dell'idrogeno nei metalli, argomento che in seguito ha costituito un nuovo capitolo della scienza dei metalli; quello dei composti interstiziali; talune reazioni fondamentali della metallurgia applicata e in particolare l'affinità a varie temperature dello zolfo per il metallo e per l'ossigeno; gli equilibri tra metallo fuso e scorie, le proprietà dei bagni di fusione nell'industria dei metalli leggeri, etc.

Da queste ricerche presero origine, attraverso l'esame chimico fisico e strutturistico degli ossidi ottenuti per decomposizione termica di sali, o di idrossidi, le ricerche sistematiche sulle relazioni che intercorrono tra genesi e proprietà de-

gli ossidi, quali, ad es. le proprietà pigmentarie di TiO_2 , la solubilità di Al_2O_3 nella criolite fusa (con O. D'Agostino), le proprietà magnetiche di taluni ossidi di ferro, le proprietà refrattarie dell'ossido di magnesio, le proprietà depolarizzanti di MnO_2 , etc.

Su questa linea di ricerca ebbe inizio l'attività scientifica del carissimo figlio Giuseppe che sarà ricordata dal prof. Cimino.

I problemi posti dalla prima guerra mondiale prospettavano chiaramente all'opinione pubblica l'esigenza di un radicale rinnovamento della nostra industria e in particolare di quella metallurgica; e in questo campo, durante quel periodo, si era avviata una collaborazione sporadica tra uomini della ricerca e industriali.

Orbene, gli studi fondamentali da lui compiuti e la stima di cui godeva presso Sirovich e Giolitti lo designavano come punto di riferimento certo delle scienze metallurgiche, e così Egli su invito di Ernesto Breda, organizzò prima, e diresse poi i laboratori scientifici di Sesto S. Giovanni.

Mantenne sino alla fine tale direzione, sviluppando interessanti ricerche sulla preparazione e proprietà termomeccaniche delle leghe leggere e ultraleggere e formando un numeroso gruppo di collaboratori (Musatti, Guzzoni, Rosselli, Scortecchi, Forcella ed altri) che hanno occupato posizioni eminenti nell'industria e nei laboratori statali.

Il lavoro svolto ebbe riconoscimenti pubblici e privati, il Ministero della P.I. istituì due borse di studio annuali presso quell'Istituto; Giovanni Morselli gli diede un milione, da destinare a contributi per perfezionamento in Italia o all'estero.

A partire dal 1923 concorse, con la sua esperienza, all'istituzione del CNR.

G. Marconi lo invitò nel 1927 a collaborare con lui come Vice Presidente e come Presidente del Comitato della Chimica. In tale qualità si adoperò in tutti i modi per fare del CNR un organo snello ed efficiente per l'incentivazione selettiva della ricerca fondamentale, e promosse ricerche finalizzate su problemi applicativi, quali ad es. utilizzazione della leucite (con A. Blanc), la sintesi fermentativa a partire dalla cellulosa (con M. Giordani), l'impiego dell'alcool metillico quale carburante (con G. Roberti).

L'aver mantenuto con i colleghi di quasi tutto il mondo della Chimica, i rapporti culturali avviati fin dal tempo della sua permanenza nel laboratorio di Nernst (era, ad es. in rapporti amichevoli con Le Chatelier, Portevin, Chevenard, Chaudron, Tammann) conferiva ai suoi interventi in favore dei giovani studiosi, un'apertura internazionale e costituiva per i giovani stessi uno stimolo fortemente impegnativo.

Nominato Presidente dell'Unione Internazionale di Chimica ottenne che si svolgesse a Roma, nel maggio 1938, il X Congresso Internazionale di Chimica.

Risorse successo l'impostazione da Lui data al Convegno « La Chimica al servizio dell'Uomo ».

Le conquiste della Chimica venivano illustrate in undici gruppi, ciascuno dei quali comprendeva il contributo delle varie discipline chimiche ad un determinato ramo dell'attività umana.

Era questo un approccio sistemistico ante litteram, che permetteva di confrontare la adeguatezza degli strumenti con gli obiettivi, e quindi i punti di forza e di debolezza della ricerca chimica mondiale.

L'organizzazione del Convegno fu per tutti noi molto faticosa; ma il successo compensò le fatiche compiute per le idee nuove e le prospettive emerse dai dibattiti, anche in riferimento ai possibili contributi delle discipline contermini.

Lungo sarebbe l'elenco dei delicati incarichi affidatigli dal Governo durante la prima guerra mondiale, e altrettanto lungo quello delle distinzioni accademiche e scientifiche di cui è stato insignito.

Si può dire che ebbe tutte quelle che potevano dare le istituzioni scientifiche di Francia, Spagna, Austria, Romania, Svizzera, Polonia.

Ma essenzialmente conta quel che Egli ha lasciato:

Resta la sua pregevole produzione scientifica, svolta in vari settori della Chimica inorganica, la quale avrebbe meritato, da parte mia, un'ampia illustrazione per i contributi risolutivi portati ai diversi argomenti. E però le sue ricerche sui sistemi metallici, alle quali ho volutamente limitato la mia esposizione, sono le più originali e le più importanti dal punto di vista teorico e applicativo.

I risultati delle sue indagini sui sistemi ternari e quaternari sono stati largamente citati nella letteratura internazionale. Le ricerche sulle leghe quaternarie e la teoria generale della solidificazione dei miscugli quaternari erano nel 1917 tutto quanto si conosceva sulle leghe di quattro metalli.

L'Istituto Scientifico tecnico E. Breda è stato per la Metallurgia Italiana del tempo, quello che sono il Centro Sperimentale Metallurgico e l'Istituto Metalli Leggeri per la Metallurgia e Siderurgia di oggi.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è una grande realtà nella Scienza italiana.

Restavano i collaboratori e gli allievi a continuare la sua opera nell'Università e nell'industria.

Tra questi desidero ricordare, oltre quelli già menzionati: O. D'Agostino, G. Centola, V. Cirilli, G. Milazzo, C. Mazzetti, M. Giordani, B. Pesce, V. Montoro, D. Dinelli, O. Masi, G. Giacomello, G. Sartori, M. Sartori, G.B. Marini-Bettolo, Fornaini, A. Borgia, Serra di Cassano, F. Minutilli. Era una nutrita squadra che purtroppo ha perso lungo il cammino molti dei suoi quadri, ma tutti abbiamo cercato di ispirare la nostra azione al suo insegnamento:

« Fare ogni sforzo per acquisire nel proprio settore una competenza e quindi un prestigio tali da poter dire sull'argomento una parola illuminante ».

PUBBLICAZIONI NICOLA PARRAVANO

1907-1938

- PARRAVANO N. e PASTA A. (1907) - *Sopra alcuni bicromati di metalli bivalenti con le basi organiche.* «Gazz.», 37b, 252.
- PARRAVANO N. e CALCAGNI G. (1907) - *Sopra la funzione acida dell'idrato piombico.* «Gazz.», 37b, 264.
- PARRAVANO N. e MARINI C. (1907) - *Sopra l'acido ipofosforico.* «Gazz.», 37b, 268.
- PARRAVANO N. e FURNARI N. (1907) - *Sopra gli idrati del solfuro di sodio.* «Gazz.», 37b, 521.
- PARRAVANO N. (1907) - *Sopra un polifosfato di sodio.* «Rend. Soc. Chim. di Roma», V, 32.
- PARRAVANO N. e PASTA A. (1908) - *Ueber chromate, Anmerkung zu einer Arbeit S. H. C. Briggs.* «Zeit. anorgan. Chem.», 57, 240.
- PARRAVANO N. (1908) - *L'analisi termica.* «Rend. Soc. Chim. di Roma», VI, 167.
- PARRAVANO N. e MIELLI A. (1908) - *Fosfati acidi.* «Gazz.», 38b, 535.
- PARRAVANO N. e CALCAGNI G. - *I polifosfati.* «Gazz.», 38, 525, 1908 e «Zeit. anorgan. Chem.», 65, I, 1909.
- PARRAVANO N. (1909) - *I tungstati anidri.* «Gazz.», 39b, 55.
- PARRAVANO N. e TOMMASI G. (1909) - *I sali dell'acido fenilglicolico.* «Gazz.», 39b, 60.
- PARRAVANO N. e VIVIANI E. (1910) - *Il sistema ternario rame-antimonio-bismuto.* «Gazz.», 40b, 445.
- PARRAVANO N. (1911) - *Il sistema ternario argento-stagno-piombo.* «Rend. R. Acc. Lincei», (5), 20, 1^a, 170.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1911) - *Gli arseniuri di stagno.* «Rend. R. Acc. Lincei», (5), 20, 1^a, 593.
- PARRAVANO N. e SEKOVICH G. (1911) - *L'analisi termica nei sistemi quaternari.* «Atti R. Acc. Lincei», (5), 20, II, 226-bis, 331, 412.
- *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. I: Miscela ternaria isomorfe con una lacuna di miscibilità.* «Rend. R. Acc. Lincei», Memorie 1911.
- (1911) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. II: Miscela ternaria isomorfe con una lacuna di miscibilità.* «Gazz.», 41-a, 478.
- (1911) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. III: Miscela ternaria isomorfe con una lacuna di miscibilità.* «Gazz.», 41-a, 569.
- (1911) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. IV: Casi limiti di lacuna di miscibilità.* «Gazz.», 41-a, 621.
- (1911) - *L'analisi termica nei sistemi quaternari.* «Gazz.», 41-b, 697.
- PARRAVANO N. (1911) - *Das Ternäre System Silber-Zinn-Blei.* «Intern. Zeit. Metallographie», I, 89.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1911) - *Die Arsenide des Zinnes.* «Intern. Zeit. Metallographie», II, 1.
- PARRAVANO N. e SEKOVICH G. (1912) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. Miscela con una lacuna di miscibilità allo stato liquido ed una allo stato solido.* Nernst-Festschrift, 341, Knapp, Halle a/s.
- (1912) - *L'analisi termica nei sistemi quaternari.* «Gazz.», 42a, 113.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1912) - *Gli arseniuri di stagno.* «Gazz.», 42a, 274.

- PARRAVANO N. e SIROVICHI G. (1912) - *L'analisi termica nei sistemi quaternari*. «Gazz.», 42a, 333.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1912) - *Die Arsen-Antimon-Legierungen*. «Intern. Zeit. Metallographie», 2, 70; «Gazz.», 42a, 341.
- (1912) - *Il sistema Sb, S-SnS*. «Rend. Acc. Lincei», (5), 21 I, 535.
- PARRAVANO N. e SIROVICHI G. (1912) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. V: Miscela ternaria con una lacuna di miscibilità allo stato liquido ed una allo stato solido*. «Gazz.», 42a, 577.
- (1912) - *Le leghe quaternarie di piombo-cadmio-bismuto-stagno*. «Gazz.», 42a, 630.
- PARRAVANO N. (1912) - *Das ternäre System Silber Zinn-Blei*. «Intern. Zeit. Metallographie», 3, 15; «R. Acc. Lincei», (5), 21, I, 575.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1912) - *I solfontimoniiti ramosi*. «Gazz.», 42b, 189.
- PARRAVANO N. (1912) - *Equilibri nei sistemi quaternari. V: Miscela quaternaria completamente isomorfa*. «Gazz.», 42b, 305.
- (1912) - *Le leghe ternarie di ferro-nichel-manganese*. «Gazz.», 42b, 367.
- (1912) - *Le leghe ternarie di nichel-manganese-rame*. «Gazz.», 42b, 383.
- (1912) - *Le leghe ternarie di ferro-manganese-rame*. «Gazz.», 42b, 513.
- (1912) - *Ricerca sopra i calcari da cemento di Santa Marinella*. «Gazz.», 42b, 583.
- (1912) - *Equilibri nei sistemi quaternari. VI: Le leghe quaternarie di ferro-nichel-manganese-rame*. «Gazz.», 42b, 589.
- (1912) - *Sulla composizione chimica della Husynite dei Colli Albani*. «Gazz.», 42b, 617.
- (1912) - *Contributo allo studio chimico dei prosseni della provincia di Roma*. «Gazz.», 42b, 620.
- (1913) - *Il sistema bismuto-selenio*. «Gazz.», 43a, 201.
- (1913) - *Il sistema antimonio-selenio*. «Gazz.», 43a, 210.
- (1913) - *I fenomeni di cristallizzazione nei sistemi ternari. VI: Casi limiti con la lacuna di miscibilità allo stato liquido ed allo stato solido*. «Gazz.», 43a, 220.
- (1913) - *Equilibri nei sistemi quaternari. VII: I cammini di solidificazione di miscugli quaternari da cui si separano cristalli misti binari e ternari*. «Gazz.», 43a, 454.
- (1913) - *Equilibri nei sistemi quaternari. VIII: Sistemi quaternari con cristalli misti binari con lacuna di miscibilità*. «Gazz.», 43a, 469.
- (1913) - *Equilibri nei sistemi quaternari. IX: Sistemi quaternari con cristalli misti ternari con lacuna di miscibilità*. «Gazz.», 43a, 594.
- (1913) - *Die Ternären Legierungen von Eisen-Nickel-Mangan, Nickel-Mangan-Kupfer, Eisen-Mangan-Kupfer*. «Intern. Zeit. Metallographie», 3, 171.
- (1914) - *Equilibri nei sistemi quaternari. X: Le miscele quaternarie con due strati liquidi e le leghe quaternarie di nichel-rame-oro-argento*. «Gazz.», 44b, 279.
- (1914) - *Le leghe ternarie di nichel-rame-piombo*. «Gazz.», 44b, 375.
- (1914) - *Le leghe binarie di rame-zinco e ternarie di rame-zinco-piombo*. «Gazz.», 44b, 475.
- (1915) - *Sulle leghe di zinco-manganese*. «Gazz.», 45a, 1.
- (1915) - *Sulle leghe di manganese e oro*. «Gazz.», 45a, 293.
- PARRAVANO N. e PIERRET U. (1915) - *Sulle leghe di manganese e bismuto*. «Gazz.», 45a, 390.
- PARRAVANO N. (1915) - *Gli antimoniati di potassio*. «Gazz.», 45a, 485.

- PARRAVANO N. e MAZZETTI C. (1917) - *Sulle curve di raffreddamento dei miscugli ternari e quaternari*. « Gazz. », 47a, 133.
- PARRAVANO N. e DE CESARIS P. (1917) - *Il calore di formazione del solfuro di ferro*. « Gazz. », 47a, 144.
- PARRAVANO N. (1917) - *Il cemento Portland*. « Ann. Chim. App. », VII, 165.
- (1918) - *Ricerche teoriche e sperimentali sulle leghe metalliche*. « Ann. Chim. App. », 5, 1.
- (1918) - *La Chimica e la Guerra*. « L'Industria », 32, 8.
- (1918) - *L'Istituto Scientifico Tecnico «Ernesto Breda»*. « L'Industria », 32, 267.
- (1918) - *Il trattamento termico preliminare degli acciai dolci e semiduri per costruzioni meccaniche di F. Giolitti*. « L'Industria », 32, 477.
- (1918) - *Sulla lavorazione a caldo dei metalli*. « L'Industria », 32, fasc. 21.
- (1918) - *I refrattari di silice*. « Ann. Chim. App. », 10, 150.
- (1918) - *Sulle amalgame d'oro*. « Gazz. », 48b, 123.
- PARRAVANO N. e JOVANNOVICHI P. (1919) - *Sulle amalgame d'oro ricche di oro*. « Gazz. », 49a, 1.
- (1919) - *Sulle amalgame d'argento ricche di argento*. « Gazz. », 49a, 6.
- PARRAVANO N. e AGOSTINI P. (1919) - *Sulla riduzione dei solfuri metallici a mezzo dell'alluminio*. « Gazz. », 49a, 103.
- PARRAVANO N. (1919) - *Le ferro-leghe disossidanti*. « Ann. Chim. App. », 11, 205.
- (1919) - *La transmutazione degli elementi*. « Rivista d'Italia », 22, fasc. 20.
- PARRAVANO N. e SCORTECCI A. (1920) - *Solubilità allo stato solido dello stagno nel piombo*. « Gazz. », 50a, 83.
- PARRAVANO N. e MAZZETTI C. (1921) - *La trasformazione della magnesia leggera in pesante*. « Rend. R. Acc. Lincei », (5), 30, 1 sem., 63.
- PARRAVANO N. e AGOSTINI P. (1921) - *Influenza di impurezze gassose sulla ricristallizzazione dell'oro e dell'argento*. « Rend. R. Acc. Lincei », (5), 30, II, 481.
- PARRAVANO N. (1922) - *La tempra degli acciai*. Atti della Società Italiana per il progresso delle scienze, XI Riunione, pag. 239.
- PARRAVANO N. e MAZZETTI C. (1922) - *Cementazione a mezzo del boro*. « Rend. R. Acc. Lincei », (5), 31, II, 424.
- (1923) - *Sulla trasformazione della magnesia leggera in magnesia pesante*. « Ann. Chim. App. », 7, 3.
- PARRAVANO N. e ROSELLI DEL TURCO C. (1923) - *Influenza di alcuni fondenti sulle trasformazioni del quarzo*. « Gazz. », 53, 249.
- PARRAVANO N. e MAZZETTI C. (1923) - *Sulla riduzione di alcuni ossigeni a mezzo dell'idrogeno*. « Rec. Tr. Pays Bas », 42, 821.
- (1923) - *Sulla preparazione di leghe di ferro e boro a partire dall'acido borico*. Atti del I Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata, pag. 258.
- PARRAVANO N. e ROSELLI DEL TURCO C. (1923) - *Sui gas estraibili a caldo dagli acciai e sulla riducibilità degli ossidi del carbonio*. « Rend. R. Acc. Lincei », (5), 32, II sem., 373.
- PARRAVANO N. e SCORTECCI A. (1924) - *Gas e ossigeno negli acciai*. « Ann. Chim. App. », 14, 1.
- PARRAVANO N. (1924) - *L'Istituto Breda*. Atti Grafiche, Bergamo.

- PARRAVANO N. e SCORTECCI A. (1924) - *La durezza a caldo delle leghe leggere*. Atti Congresso Nazionale Chimica Industriale, Milano.
- (1924) - *Sull'azoto contenuto nelle ferro-leghe*. Atti Congresso Chimica Industriale, Milano.
- (1924) - *Sulle modificazioni di struttura delle leghe di alluminio con elevate percentuali di silicio*. Atti Congresso Nazionale Chimica Industriale, Milano.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1925) - *Sulla solubilità dell'ossigeno nell'argento*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), I, 417.
- (1925) - *Sulla reattività dell'argento con Forstgeno*. «Rend. Acc. Lincei», (6), I, 622.
- PARRAVANO N. (1925) - *Les alliages quaternaires*. «Bull. Soc. Chim. de France», 37, 1483.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1926) - *Equilibri di riduzione del cloruro rameoso e del cloruro di piombo a mezzo dell'idrogeno*. «Gazz.», 56, I.
- (1926) - *Sulla dissociazione termica di alcuni cloruarati*. «Gazz.», 56, 13.
- PARRAVANO N. (1926) - *Cannizzaro e la teoria atomica. Nel volume 5. Cannizzaro. Scritti vari e lettere inedite nel centenario della nascita*. Tip. Leonardo da Vinci, pag. 49, Roma.
- (1926) - *Discorso nella ricorrenza del centenario della nascita di Cannizzaro*. Atti del II Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata. Palermo.
- (1926) - *Atomi e nuclei atomici*. Atti del Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata, pag. 91, Palermo.
- (1926) - *Sulla scomposizione termica degli idrati, del nitrato e dell'ossido di alluminio*. Atti del II Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata. Palermo.
- (1927) - *Cannizzaro and the atomic theory*. «J. Chem. Ed.», 4, 836.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1927) - *La tensione di scomposizione del metabolato rameico*. «Zeit. f. Phys. Ch.», pag. 167, Cohen Fortband.
- PARRAVANO N. (1927) - *Per Marcelin Berthelot*. Chimie et Industrie, Paris.
- (1927) - *Il centenario dell'alluminio*. «Giornale di Chimica industriale ed applicata», vol. IX, 505; Atti Soc. Ital. Progr. Scienze. Riunione XVI.
- (1928) - *Il Consiglio Nazionale delle Ricerche*. «Gerarchia», fasc. I, pag. 12.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1928) - *Ricerche sopra i solfuri di molibdeno. I: Le tensioni di solfo del trisolfuro di molibdeno*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, 19.
- (1928) - *Ricerche sopra i solfuri di molibdeno. II: Equilibri di riduzione del bisolfuro di molibdeno a mezzo dell'idrogeno*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, 109.
- (1928) - *Equilibrio di riduzione del bisolfuro di tungsteno a mezzo dell'idrogeno*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, 189.
- (1928) - *La riduzione del solfuro di argento a mezzo del carbone*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, 367.
- PARRAVANO N. (1927) - *Commemorazione di A. Peratoner*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 2^a sez., Commemorazioni, Roma.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1928) - *La riduzione dei solfuri metallici con carbone*. «Gazz.», 58, 279.
- PARRAVANO N. e MONTINO V. (1928) - *L'allumina Blanc*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, I sez., 885.
- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1928) - *La demolizione termica dell'allumina Bayer*. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 7, 970.
- PARRAVANO N. (1929) - *L'industria della leucite dal punto di vista chimico-fisico*. «Anales de la Sociedad Española de Física y Química», 27, 341 (Sección Técnica).

- PARRAVANO N. e MALQUORI G. (1929) - *Sopra l'ossido che si ottiene nella demolizione termica degli idrati del nitrato e del cloruro ferrico.* «Anales de la Sociedad Española de Física y Química», 27, 454.
- PARRAVANO N. (1929) - *Gli acciai speciali.* Enciclopedia Treccani, vol. I.
- PARRAVANO N. e ONORATO E. (1929) - *L'allumina Blanc.* Nota II. «Rend. R. Acc. Lincei», (6), 10, 475.
- PARRAVANO N. (1929) - *Reticoli deformati e attività catalitica.* Atti III Congr. Chim. pura ed app. «Gior. Chim. Ind. e Appl.», XI, 230.
- (1929) - *Le leghe ultraleggere.* «La Metallurgia Italiana», 21, n. 11, 5; «Gior. Chim. Ind. e Appl.», XI, 237.
- (1929) - *Impianti per la lavorazione delle lenzite ad Arezia.* «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», XI, 510.
- (1930) - *Il problema italiano dei combustibili.* «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», Milano, 12, 383.
- (1930) - *La chimica e la fertilizzazione del suolo in Italia.* «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», Milano, 12, 431.
- PARRAVANO N. e SCARPA O. (1930) - *Proposte sulla unità elettrochimica e termochimica.* «Gior. Chim. Ind. ed Applic.», 12, 540.
- PARRAVANO N. e MONTUONO V. (1930) - *Le leghe di zinco e manganese.* «Memorie della R. Acc. d'Italia», vol. I, Roma; «Gior. Chim. ind. ed applic.», 12, 404-509.
- (1930) - *Le proprietà statiche delle leghe ultraleggere.* «La Metallurgia Italiana», 221, 1043.
- PARRAVANO N. e CAGLIOTTI V. (1930) - *Ricerche sul sistema bisostato-velento.* «Gazz.», 60, 923.
- PARRAVANO N. (1930) - *A proposito della zinco e di Si-stoff.* «L'Industria Italiana del Cemento», vol. 2, fasc. 12, 24.
- PARRAVANO N. e GUZZONI C. (1931) - *Die statischen Eigenschaften der Ultraleichtlegierungen.* «Metallwirtschaft», 10, 410.
- PARRAVANO N. (1931) - *La Metallurgia nel secolo XIX.* Catania, Palova.
- (1931) - *Die chemische Industrie Italiens.* «Völkermagazin», VI Jahrgang, Sonderheft Italien.
- PARRAVANO N. e GUZZONI G. (1931) - *La deformabilità sotto carichi statici delle leghe ultraleggere.* La Metallurgia Italiana.
- PARRAVANO N. (1931) - *L'alcool carburante.* «Giornale di Chimica Industriale ed App.», 13, 437.
- PARRAVANO N. e CAGLIOTTI V. (1931) - *Le leghe di zinco e manganese.* «Rend. Acc. Lincei», 6, 2° sem., fasc. 5-6, pag. 166.
- PARRAVANO N. (1931) - *Rassegna di Chimica.* Nuova Antologia, 1° dicembre, 458.
- (1932) - *Per il prodotto chimico-farmaceutico italiano.* «La Federazione Medica», XII, 22.
- PARRAVANO N. e CAGLIOTTI V. (1932) - *Struttura e composizione chimica di alcune leghe metalliche.* «Memorie R. Acc. d'Italia», III, 305.
- PARRAVANO N. e D'AGOSTINO O. (1932) - *Velocità di dissoluzione di alluminio industriali nelle criolite fusa.* «Rend. Acc. Lincei», XVI, 186.
- PARRAVANO N. (1932) - *Possibilità italiane di carburanti nazionali.* «Gior. Chim. Ind. e Appl.», 14, 485.
- (1933) - *Industria Alluminio.* «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», 15, 75.

- *L'industria dei derivati agrumari*. «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», 14, 281 (1932); *ibid.*, 15, 215 (1933).
- (1933) - *Commemorazioni di Ugo Schiff ed Elogio a Pellizzari*. «Gior. Chim. Ind. e Appl.», 15, 301.
- (1933) - *Alcune proprietà delle allumine industriali*. «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», 15, 377.
- (1934) - *I fertilizzanti chimici*. «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», 16, 53.
- (1934) - *Aspetti economici della sintesi degli alcoli*. «Gior. Chim. Ind. ed Appl.», 16, 425.
- PARRAVANO N. e CARLIONI V. (1934) - *Ricerche sulle soluzioni di biossido di titanio in acido solforico e sulle proprietà dei prodotti che ne derivano per idrolisi e dialisi*. «Gazz.», 64, 429.
- (1934) - *Peptizzazione dell'idrossido di titanio e proprietà delle soluzioni risultanti*. «Gazz.», 64, 450.
- (1934) - *Lo sviluppo delle proprietà pigmentarie nel biossido di titanio*. «Gazz.», 64, 703.
- (1934) - *Le proprietà pigmentarie del biossido di titanio*. «Chim. e Ind.», 16, 232.
- PARRAVANO N. (1935) - *La Chimica Italiana nel momento attuale*. «Ricerca Scientifica», anno VI, vol. I, n. 9-10, 461.
- (1935) - *La Chimica per l'incremento della fertilità del suolo italiano*. «Chim. e Ind.», 17, 3.
- (1935) - *L'Industria Chimica Italiana nel 1934*. «Chim. e Ind.», 17, 285.
- (1935) - *Discorso alla conferenza benzolo*. Roma. «Chim. e Ind.», 17, 417.
- (1935) - *Legge a basso punto di fusione*. «Chim. e Ind.», 17, 612.
- (1936) - *L'Industria Chimica Italiana nel 1935*. «Chim. e Ind.», 18, 109.
- (1936) - *Il Fascismo e la Scienza*. «Chim. e Ind.», 18, 222.
- (1936) - *La Chimica e l'antarchia economica della Nazione*. «Chim. e Ind.», 18, 333.
- (1936) - *Relazione sull'opera della Fed. Naz. Fascista Industriale dei prodotti chimici*. «Chim. e Ind.», 18, 479.
- (1936) - *L'alcool carburante*. «L'Italia agricola», 73, 143.
- (1936) - *I concimi azotati*. «Concimi e concimazioni», fasc. I.
- *Scienza e tecnica antisuazionistiche*. «La rivista illustrata del Popolo d'Italia», 85, aprile 1936.
- (1936) - *L'Industria Chimica ed i carburanti*. «La Ricerca Scientifica», II, 3.
- PARRAVANO N. e CENTOLA G. (1936) - *Ricerche sulla nitratura della canapa*. «Gazz.», 66, 735.
- PARRAVANO N. (1937) - *Lezioni di chimica inorganica*. Roma, V. Fatti.
- PARRAVANO N. e GORDANI M. (1937) - *Le proprietà ossidanti dell'acqua di Finggi*. «Acta Physic. Acad. Sci.», I, 51.
- PARRAVANO N. e D'AGOSTINO P. (1937) - *Il biossido di manganese per pile a secco*. «La Ricerca Scientifica», I, 379.
- PARRAVANO N. (1937) - *Relazione sull'attività della Federazione Naz. Fascista Industriali Prod. Chimici*. «Chim. e Ind.», 19, 99.
- (1937) - *La preparazione dei Dirigenti per l'Industria chimica*. «Chim. e Ind.», 19, 212.

- PARRAVANO N. e CAGLIOTTI V. (1937) - *Ricerche sulle pectolane*. «Chim. e Ind.», 19, 241.
- PARRAVANO N. (1937) - *Relazione per il Premio Cantuzero e Rustica*. «Chim. e Ind.», 19, 359.
- (1937) - *Gli sviluppi dell'industria chimica italiana*. «Chim. e Ind.», 19, 341.
- (1937) - *Discorso al Congresso Stampa Tecnica*. «Chim. e Ind.», 19, 473.
- (1937) - *La produzione dell'industria chimica italiana nel biennio 1935-36*. «Chim. e Ind.», 19, 653.
- PARRAVANO N. e D'AGOSTINO O. (1938) - *Biossido di Mn da minerali italiani*. «Chim. e Ind.», 20, 77.
- PARRAVANO N. (1938) - *La Chimica in Italia dal 1906-1938*. «Chim. e Ind.», 20, 237.
- PARRAVANO N. e PERCE B. (1938) - *Composizione isotopica delle acque*. «Chim. e Ind.», 20, 267.
- (1938) - *Composizione isotopica dell'acqua pluviale*. «Chim. e Ind.», 20, 268.
- PARRAVANO N. e CAGLIOTTI V. (1938) - *Proprietà idrauliche di alcuni materiali vulcanici*. «Chim. e Ind.», 20, 338.
- PARRAVANO N. - *Le conquiste della chimica; discorso inaugurale al Congr. Inter. di Chim., Roma 1938*. «La Ricerca Scientifica», 397, maggio 1938. «Chim. e Ind.», 20, 397 (1938).
- *Genesis e proprietà degli ossidi*. «Chim. e Ind.», 20, 729, gennaio 1938. *Chimie minérale*. Coll. Actualités scient. et industr. n. 722, Paris 1938.