

Celebrazione del primo centenario  
della legge degli atomi di Stanislao Cannizzaro  
organizzata  
dall'Accademia Nazionale dei XL  
e dalla Società Chimica Italiana

Roma, 14 dicembre 1960

Il giorno 14 Dicembre 1960 nell'Aula Magna dell'Istituto Superiore di Sanità si è celebrato il primo centenario della legge degli atomi di Stanislao Cannizzaro.

La celebrazione, organizzata dalla Società Chimica Italiana e dall'Accademia Nazionale dei XL, si è svolta alla presenza dei Rappresentanti del Governo, della Camera e del Senato, e di numerose altre Personalità del mondo scientifico e culturale.

Il Prof. Domenico Marotta, Presidente della Società Chimica Italiana ed Accademico Segretario dell'Accademia Nazionale dei XL, ha iniziato la celebrazione con il seguente discorso :

Eccellenze, Signori,

cento anni fa, al 1° Congresso di Chimica Applicata di Karlsruhe, un giovane chimico italiano, professore nell'Università di Genova, con una chiara ed avvincente esposizione toglieva tutti i dubbi allora esistenti tra atomo e molecola e faceva crollare una barriera — che pareva allora insormontabile e che aveva costituito un impedimento gravissimo al progresso della Chimica.

Il giovane chimico era Stanislao Cannizzaro, che, nato a Palermo, in mancanza di un laboratorio di Chimica, si era dedicato a studi di fisiologia. Più tardi, trasferitosi a Pisa alla scuola del Piria, divenne uno dei maggiori collaboratori del Maestro, il quale severo e rigoroso sperimentatore era anche fervente patriota, perché — come Egli scrisse — « La Patria si serve egualmente con la storta e col fucile ». E Stanislao Cannizzaro fu cospiratore, prese parte ai moti rivoluzionari

del 1848 in Sicilia e, fallita la Rivoluzione siciliana, fu costretto a trasferirsi esule a Parigi, dove trovò larga ospitalità tra i Chimici dell'epoca, dei quali divenne collaboratore ed amico.

Più tardi, fu professore nell'Università di Palermo e attorno a Lui si riunirono Chimici di alta fama: ricordo Adolfo Lieben ed il Naquet. Ed Egli creò a Palermo una Scuola, della quale uno dei primi allievi fu Emanuele Paternò che, ancora giovanissimo, enunciando l'ipotesi delle valenze dell'atomo di carbonio, dirette nello spazio ai vertici di un tetraedro regolare, fondò la stereochimica.

Dopo il 1870, Stanislao Cannizzaro fu chiamato a Roma e fu il primo Professore di Chimica del Regno d'Italia. Fu Senatore, anche, del Regno.

Negli Orti di S. Lorenzo in Panisperna, costruì il primo grande Istituto di Chimica italiano, Istituto che divenne centro Nazionale ed Internazionale di ricerca e vivaio di Chimici di primissimo piano.

Fu a Lui legato di amicizia un grande Chimico russo: Mendeleev, il quale, dopo l'enunciazione della Legge degli Atomi di Cannizzaro, poté costruire il suo sistema periodico degli elementi. Sistema periodico, che vige ancora e che fu un modello, in quanto il Mendeleev prevede l'esistenza di alcuni elementi allora non conosciuti — che vennero scoperti in seguito, con le proprietà che il Mendeleev aveva previsto.

L'Accademia Nazionale dei Quaranta, che ebbe socio e Presidente Stanislao Cannizzaro, che annoverò tra i suoi soci Dimitri Mendeleev, e la Società Chimica Italiana hanno voluto oggi rievocare questa ricorrenza storica, che ha importanza fondamentale per la Chimica. L'hanno voluta ricordare chiamando qui a parlare di Cannizzaro e di Mendeleev, Michele Giua dell'Università di Torino, il Premio Nobel Sir Alexander Todd, dell'Università di Cambridge, il Prof. Chaudron dell'Académie de France ed il Prof. Figurovski dell'Accademia delle Scienze dell'URSS.

Io porgo a questi insigni Colleghi e Oratori il saluto più devoto, riconoscente ed affettuoso, e dell'Accademia Nazionale dei Quaranta e della Società Chimica Italiana. Li ringrazio per aver voluto accettare l'invito.

E concludo portando a tutti Voi l'adesione del Presidente della Repubblica, il quale desidera di far giungere agli illustri scienziati italiani e stranieri, che prendono parte alla manifestazione, la Sua parola di benvenuto e l'assicurazione dei Suoi sentimenti di partecipazione alla significativa cerimonia.

## MICHELE GIUA

Signor Ministro, Eccellenze, Signore e Signori,

nel settembre del 1860 si svolse a Karlsruhe il 1° Congresso Internazionale di Chimici. Tra i 140 convenuti, si notavano i maggiori Scienziati dell'epoca: da Hermann Kopp — che lo presiedeva — a Dumas, Erlenmeyer, Lothar Meyer,

Oedling, Roscoe, Strecker. Molti giovani, che in seguito avrebbero lasciato tracce indelebili nella Scienza.

La proposta di convocare una Riunione Internazionale di Chimici, per giungere ad una teoria unitaria sulle reazioni chimiche che presiedono alle trasformazioni della materia, partì da Kekulé, professore a Gand, da Welzien, professore al Politecnico di Karlsruhe, e da Wurtz, professore alla Sorbona, i quali nel marzo del 1860 si accordarono a Parigi sui preliminari del Convegno, indicando i punti fondamentali della discussione, e cioè:

- definizione delle nozioni chimiche di atomo, molecola, equivalente atomico;
- esame della questione degli equivalenti e delle formule chimiche;
- fondazione di una nomenclatura chimica.

Scopo della Riunione non era, quindi, quello di riesaminare dal punto di vista filosofico la teoria atomistica di Leucippo e di Democrito, ma di stabilire che cosa significassero, per la Scienza sperimentale, atomo, molecola ed equivalente.

Nel discorso inaugurale, Welzien così si esprime: « Siamo qui riuniti con lo scopo ben preciso di trovare un'unica via per alcune questioni fondamentali della nostra bella Scienza. Nello sviluppo straordinariamente rapido della Chimica, specialmente nell'abbondante raccolta di materiale sperimentale, le idee teoriche dei ricercatori e le espressioni in parole e simboli sono andate molto al di là di ciò che è necessario per una comprensione reciproca e, soprattutto, di ciò che è utile per l'insegnamento. Per l'importanza che la Chimica ha per gli altri rami delle Scienze Naturali, per il fatto di essere essa indispensabile per la Tecnica, è grandemente desiderabile dare ad essa una forma più esatta, affinché sia possibile apprenderla scientificamente in tempo più breve ».

Qual era, pertanto, lo stato della scienza all'atto del Congresso di Karlsruhe? E perché era necessario mettere ordine nei risultati sperimentali, corredandoli definitivamente con una teoria atomico-molecolare aderente ai detti risultati?

Per tutta la prima metà del secolo XIX, i chimici erano stati guidati nelle loro ricerche dalla teoria atomica, resa scientificamente valida dall'inglese John Dalton nel 1808-1810, in base ai due postulati che ogni elemento chimico è formato da atomi omogenei di peso invariabile e che i composti chimici si formano per unione degli atomi di due o più elementi, secondo rapporti numerici semplici.

Nel 1811, il piemontese Amedeo Avogadro, con il suo Saggio « Di un modo di determinare le masse relative delle molecole elementari dei corpi — cioè, i nostri atomi — e le proporzioni secondo le quali esse entrano in queste combinazioni », aveva fatto distinzione tra atomo e molecola, fondandosi sulla seconda legge di Gay-Lussac del 1805, relativa ai rapporti volumetrici secondo i quali i gas si combinano.

Ma, durante questo periodo, i chimici non riconobbero esattamente la portata dell'ipotesi di Avogadro e non fecero distinzione tra atomo e molecola. Tanto che, intorno al 1840, l'incertezza sul problema dell'attribuzione del peso atomico esatto agli elementi e della grandezza atomica dei composti chimici, spinse Leopoldo Gmelin, professore a Heidelberg, a fare la proposta di sostituire definitiva-

mente nella Chimica la nozione di atomo con quella di equivalente, ossia col valore che esprime il peso di combinazione.

Ma ciò aumentò la confusione, in quanto, accettando tale nozione, sarebbe stato necessario dividere a metà un grande numero di pesi atomici stabiliti, in base alla teoria daltoniana, dal grande chimico svedese Berzelius.

Un giovane — come ha detto il nostro Presidente Prof. Marotta — un giovane chimico italiano, nato a Palermo nel 1826, ma formatosi alla Scuola di Raffaele Piria all'Università di Pisa, combattente — come il Maestro — nei moti del Risorgimento, professore di Chimica al Collegio di Alessandria dal 1851 al 1855, all'Università di Genova dal 1856 al 1861, poi all'Università di Palermo e all'Università di Roma, questo giovane — dicevo — pose fine alla confusione, con un esame approfondito del problema atomico-molecolare, coordinando i contributi portati da Avogadro, Ampère e Gaudin da una parte e Dumas, Berzelius, Gerhardt e Laurent dall'altra. Teorici i primi, sperimentali i secondi.

A Cannizzaro non sfuggì l'osservazione che la teoria atomica di Democrito non era suscettibile di ulteriore sviluppo per via puramente chimica. Praticamente difficile era impedire l'ingresso dell'equivalente, al posto del peso atomico. Era necessario rifarsi all'ipotesi di Avogadro, la pietra angolare della teoria atomica moderna — come dirà Cannizzaro con chiarezza galleiana —. La quale è la teoria di Avogadro e di Ampère, di Clausius, sulla costituzione dei gas perfetti, secondo la quale essi contengono — sotto un egual volume e ad egual temperatura e pressione — un numero eguale di molecole, qualunque siano la natura loro ed il loro peso.

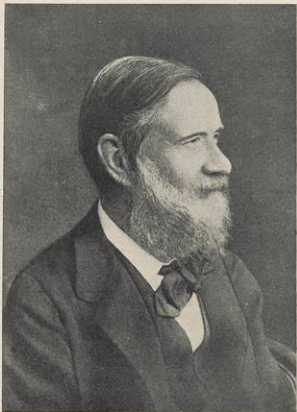
Questa teoria è il punto di partenza per distinguere le molecole dagli atomi e per dimostrare l'esistenza di questi ultimi. Confrontando le varie quantità di un dato elemento, sia nella sua molecola che nei suoi composti, Cannizzaro fu condotto alla conclusione che le varie quantità dello stesso elemento, contenute in diverse molecole, son tutte multiple intiere di una medesima quantità, la quale — entrando sempre intera — deve, a ragione, chiamarsi atomo.

E questo è un modo semplice di esprimere la Legge degli Atomi di Cannizzaro, necessaria per la verifica sperimentale della teoria atomica. Tale Legge era stata enunciata in uno scritto ormai classico, sunto di un corso di Filosofia Chimica fatto nella Regia Università di Genova, sotto forma di lettera indirizzata a Salvatore De Luca, altro allievo di Piria e amico di Cannizzaro. Scritto che Matteucci pubblicò nel '58 nel « Nuovo Cimento » e che Cannizzaro distribuì al Congresso di Karlsruhe.

Lo scritto ebbe larga influenza su molti Chimici di quel periodo, tanto che il tedesco Lothar Meyer fu influenzato da esso per l'esplorazione della teoria atomica, nella sua opera: « Die Modernen Theorien der Chemie » del 1864.

Lothar Meyer, nella prefazione all'edizione tedesca del Sunto di Cannizzaro — pubblicato nel 1891, nella classica collezione dei Classici delle Scienze di Wilhelm Ostwald — afferma infatti: « Alla chiusura del Congresso, l'amico Angelo Pavesi — per incarico dell'Autore — distribuì un volumetto, nell'apparenza modesto: il Sunto apparso alcuni anni prima, ma poco conosciuto. Anch'io ne ebbi un esemplare, che mi misi da parte per leggerlo nel viaggio di ritorno. Lo rilessi più volte

anche a casa, e fui sorpreso per la chiarezza con cui venivano trattati i punti essenziali della controversia. Mi caddero le bende dagli occhi, svanivano i dubbi e, al loro posto, subentrò la certezza. Se, alcuni anni dopo, ho potuto contribuire alla chiarificazione del problema, ciò fu dovuto in gran parte allo scritto di Cannizzaro ».



*Stanislao Cannizzaro*

Penso che la stessa cosa sia accaduta anche ad altri partecipanti al Congresso. Il russo Demetrio Mendeleev, parlando nel 1889 a Londra, in occasione della « Faraday Lecture », affermò che al Congresso di Karlsruhe la teoria unitaria di Cannizzaro e la sua Legge degli Atomi permisero di stabilire il vero peso atomico degli elementi.

Tanto Lothar Meyer che Mendeleev, fondandosi sulla teoria unitaria di Cannizzaro, crearono quella sistematica, che si dimostrò indispensabile per la classificazione periodica degli elementi chimici presenti in natura e che è, ancora, l'unica guida per inquadrare i non pochi elementi trans-uranici, i cui primi termini furono intravisti da Enrico Fermi qui a Roma.

Il legame dell'opera di Cannizzaro con la Classificazione Periodica degli Elementi ed i più recenti sviluppi della Fisica Nucleare rende opportuno fermare l'attenzione — sia pure brevemente — sul tema che forma oggetto di questa celebrazione.

Quando Cannizzaro si pose all'opera per esporre in un tutto unitario i numerosi dati sperimentali sui pesi atomici degli elementi e sulla composizione dei loro composti, bisognava vincere due ostacoli, frapposti da due Chimici di grande valore — per originalità e contributo alla ricerca sperimentale —. Uno era quello dovuto alla posizione di Berzelius — il massimo esponente della Chimica di quel periodo — il quale, contrariamente a quanto si doveva dedurre in base all'ipotesi di Avogadro, ammetteva che « volumi eguali di corpi semplici, allo stato aeriforme contengono eguale numero di atomi » e che, quindi, le molecole dei corpi semplici non potevano dividersi nell'atto di combinarsi. E ciò era in contrasto con le esperienze di Gay-Lussac.

L'altro era stato posto dal grande e sfortunato chimico alsaziano Gerhard : cioè, che tutte le molecole di corpi semplici fossero divisibili nelle azioni chimiche. Il che conduceva alla conclusione — errata — che la molecola degli elementi metallici risultasse di due atomi e che, quindi, esse avessero un peso atomico metà di quello reale.

Applicando l'ipotesi di Avogadro alla determinazione dei pesi molecolari dei composti, Cannizzaro riferì questi al peso della molecola del gas più leggero — l'idrogeno — posto eguale a 2, ed il peso dell'atomo degli elementi a quello dell'atomo di idrogeno eguale a 1. Perché le quantità dello stesso elemento, contenuto in volumi eguali — sia del corpo libero, sia dei suoi composti — sono tutte multiple intere di una medesima quantità, Egli fu condotto logicamente alla Legge degli Atomi, quale è stata espressa in precedenza.

Era, pertanto, possibile stabilire il peso molecolare dei composti, fondandosi sulla densità gassosa, in base alla seconda Legge di Gay-Lussac. Ma a questa regola facevano eccezione i sali ammoniaci, il pentacloruro di P e pochi altri composti, che presentavano una densità di vapore anormale.

Cannizzaro chiarì — contemporaneamente a Hermann Kopp — questo lato veramente sconcertante del problema, in base alle esperienze del 1857 del chimico francese Sainte-Claire Deville, sulla dissociazione dei composti sotto l'azione del calore. Le esperienze del Deville avevano messo in chiaro che, nella determinazione delle densità di vapore dei composti che si dissociano con il riscaldamento, si hanno

volumi maggiori a causa — appunto — della dissociazione. Così per il cloruro ammonico — che dà ammoniaca e acido cloridrico —, per il pentacloruro di fosforo — che dà tricloruro di P e Cloro — e per altri composti a comportamento analogo, come risultò dalle ricerche successive di Pebal, 1862, Wanklyn e Robinson, 1863, Than, 1864, e tanti altri.

Eliminate le contraddizioni insite nell'interpretazione dei fatti sperimentali, dovute alla combinazione degli elementi, la riforma di Cannizzaro fu accettata dai chimici come la sola valida per stabilire i veri pesi atomici e molecolari — spogli dalle immagini di forma, di grandezza, di distanza, di continuità e discontinuità, che si riscontrano nelle teorie atomistiche a-scientifiche.

La sola proprietà valida — concluse Cannizzaro nel suo Saggio — è quella della ponderabilità, cioè la massa, la definizione stessa della materia.

Non si deve dimenticare l'influenza diretta della riforma di Cannizzaro nell'elaborazione delle Tabelle del Sistema Periodico di Lothar Meyer e di Mendeleev. Già nell'edizione del 1864 della sua opera, il chimico tedesco — disponendo alcuni elementi secondo l'ordine crescente di massa e servendosi delle famose triadi di De Chancourtois e delle ottave di Newlands — fu condotto al concetto delle relazioni seriali in rapporto al peso atomico, concetto che sarà alla base delle sue Tabelle del Sistema Periodico del 1870, formulato accettando i pesi atomici di Cannizzaro. Anche nella prima Tabella di Mendeleev del 1869 si segue lo stesso criterio. Non mi fermo sull'importanza che il sistema Periodico di Mendeleev ebbe, per lo sviluppo della Chimica, dal 1870 ad oggi, perché penso che quest'argomento sarà trattato dall'Accademico sovietico Prof. Figurovski. Voglio, piuttosto, accennare ad una scoperta di Cannizzaro nel campo della Chimica organica, scoperta da Lui fatta nel 1853, ponendo ordine nella serie benzoica — argomento su cui si erano fermati due colossi tedeschi: Liebig e Wöhler dal 1832 al 1837 —. Intendo dire la scoperta del primo termine della serie, l'alcool benilico, preparato riscaldando aldeide benzoica con una soluzione di idrossido di potassio. Quando Cannizzaro morì, nel maggio del 1910, la reazione che conduce dall'aldeide all'alcool e all'acido corrispondenti era considerata limitata al solo campo della Chimica pratica. Questa reazione di dismutazione è ora di fondamentale importanza biologica, perché si compie nell'organismo vivente, ad opera degli enzimi, i catalizzatori che presidono ai processi della vita organica. Le ricerche di Wieland dopo il 1912 hanno, infatti, messo in luce la vasta portata della reazione di Cannizzaro, nei principali processi biochimici.

In seguito — con le ricerche, principalmente di von Euler, di Dixon e di Sir Alexander Todd sulla fosforilazione — fu data una nuova interpretazione del fenomeno della fermentazione alcoolica, che deve essere ritenuta scientificamente esatta. Cannizzaro non poté assistere al trionfo della sua scoperta giovanile. Attratto come era dalla validità dell'interpretazione dei fenomeni di combinazione in base alla sua Legge degli Atomi, Cannizzaro fu, però, scosso da due scoperte che avvennero negli ultimi anni del secolo XIX: quella dei gas nobili, ad opera di William Ramsay, e quella del radio, per merito di Pietro Curie e di Maria Sklodowska. Mentre non fu difficile spiegare l'inerzia chimica dei cinque gas nobili allora scoperti e la molecola monoatomica dei medesimi — lo stesso Cannizzaro aveva seguito con

viso interesse le discussioni al Congresso Internazionale dei Chimici in Roma, organizzato nel 1906 dal suo allievo Emanuele Paternò — più difficile, anzi scancerante era il fenomeno della disintegrazione atomica, che la Scuola inglese del Rutherford sviluppò dopo la scoperta dei coniugi Curie.

Negli anni 1907-1908, chi seguiva nell'Istituto di Chimica di Via Panisperna il corso di Chimica Inorganica di Cannizzaro, notava il felice raggruppamento dei gas nobili, come elementi privi di attività chimica e, quindi, facilmente differenziabili dagli altri elementi. Ma il radio e la radioattività venivano rinviati da Cannizzaro al Corso di Fisico-chimica. Vi era in Lui la posizione dello Scienziato che, avendo assolto ad uno dei compiti più elevati che gli competono — quello di scoprire la Legge che regola la combinazione tra gli elementi — considera chiuso, ormai, il sistema.

Non a caso ho ricordato la radioattività e neppure vi ho accennato per porre in rilievo la geniale intuizione di Enrico Fermi sulla possibilità di produrre artificialmente elementi più pesanti dell'uranio, ma per rispondere ad una domanda che ciascuno di noi si muove raffrontando la Chimica classica con la recente Fisica nucleare, l'atomo stabile cannizzariano con l'atomo radioattivo (e quindi esplosivo): che cosa resisterà dell'opera di Cannizzaro?

Ebbene, a noi Chimici non è difficile la risposta, perché la Chimica degli elementi stabili, nelle condizioni normali, la quale studia i normali fenomeni naturali e l'attività dell'uomo moderno nella vita industriale e, quindi, sociale, va sempre fondata sulla sistematica cannizzariana.

Resterà — per dirla con il fondatore della stechiometria, Geremia Beniamino Richter — l'arte della misura chimica, cioè la Legge degli Atomi.

Ed è per questo che noi chimici ricordiamo la sistematica di Stanislao Cannizzaro, come opera scientificamente perenne.

## ALEXANDER TODD

Signor Presidente, Eccellenze, Signore e Signori,

rappresenta per me un ambito onore l'invito ricevuto ad essere presente oggi fra voi, ed a partecipare, assieme alla Società Italiana di Chimica, alla celebrazione del Centenario della Legge degli Atomi di Cannizzaro, perché desidero sottolineare subito che il contributo apportato dal Cannizzaro cento anni fa al Congresso di Karlsruhe è una delle grandi pietre miliari nella storia della Chimica.

Non soltanto Cannizzaro riportò in quell'epoca — come ci è stato così magistralmente esposto dal Professor Giua — nelle giuste prospettive i punti di vista di Avogadro, ma egli gettò basi solide per lo sviluppo futuro della Chimica, raggruppando e spiegando un gran numero di fatti in relazione agli atomi ed alle molecole.

Certamente, le idee di Cannizzaro non furono immediatamente accettate. È assai raro che le idee nuove vengano accettate rapidamente. Sono, tuttavia, orgo-



gloso di dire — nella mia veste di Presidente della Società Chimica di Londra — che la nostra Società fu tra le prime a riconoscere il genio di Cannizzaro; egli venne eletto Membro Onorario della Società fin dal 1862, fu portato candidato nelle elezioni della Società nel 1876, ed a lui fu indirizzato, in occasione del suo settantesimo genetliaco, un discorso ufficiale — ciò che rappresenta una prova di rispetto e di stima assai rara. La stima che avevano per lui gli uomini di scienza inglesi è anche dimostrata dal fatto che nel 1891 Cannizzaro ricevette la Medaglia Copley, che è la massima onorificenza che la Società Reale può conferire ad uno scienziato.

Benché sia vero che il massimo contributo di Cannizzaro alla Chimica sia stato, a mio avviso, la sua Legge degli Atomi, è ugualmente vero che il lavoro sperimentale di Cannizzaro si svolse essenzialmente nel campo della chimica organica, ed il suo nome è ben noto ad ogni studente di quel ramo della Chimica. Questo è vero, nonostante il fatto che si potrebbe dire che la Relazione di Cannizzaro del 1860 trattava il campo della Chimica Generale, e uno dei suoi punti essenziali era l'unificazione della Scienza Chimica.

Penso, tuttavia, che dovremmo dichiararci d'accordo sul fatto che, ad imprimere realmente il nome di Cannizzaro nelle menti di tutti gli studiosi di chimica organica, fu la sua osservazione del 1853: l'alcool benzilico è prodotto assieme all'acido benzoico quando si riscalda la benzaldeide con idrossido di potassio. Infatti questa reazione, nota sotto il nome di reazione di Cannizzaro, è cosa ben conosciuta da tutti gli studenti di chimica, e questa sola scoperta — sia essa o no il suo lavoro più importante — farà sì che il nome di Cannizzaro viva finché sarà studiata la chimica organica.

E, questa di Cannizzaro, fu senza dubbio una reazione degna della massima nota: il Professor Giua ha già attratto la nostra attenzione sull'importanza che riveste nel campo biologico. Infatti, questa semplice reazione che Egli ha scoperto, è — nella sua forma — analoga alle più importanti reazioni che hanno luogo nei sistemi biologici.

Essendo a conoscenza del fatto — e confesso di esserne stato a conoscenza — che il Professor Giua vi avrebbe fatto quella stupenda Relazione che avete udita sulla Legge degli Atomi e sul suo significato nel campo della chimica generale, mi sono chiesto quale sarebbe stato il soggetto sul quale avrei dovuto parlare questa mattina. E mi è parso che, poiché sono chimico organico, sarebbe forse stato interessante considerare lo stato in cui si trovava la Chimica organica al momento della Relazione di Cannizzaro e, forse anche, accennare allo sviluppo della Chimica organica stessa nel corso della vita del Cannizzaro medesimo. Dobbiamo infatti ricordare che la grande spinta di sviluppo della Chimica organica ebbe luogo fra il 1850 ed il 1900 circa e che di questo impulso Cannizzaro stesso fu parte integrante.

Certo, la Chimica organica già esisteva fin dagli albori del secolo XIX; fu allora, infatti che Berzelius divisò la Chimica, in maniera assai arbitraria, in organica ed inorganica, come certo ricorderete. Questa suddivisione, in cui la Chimica organica viene da lui definita come la chimica di sostanze reperibili in materia vivente, era poco più di una asserzione per dimostrare che in qualche modo le sostanze nella materia viva differiscono dalle normali sostanze del mondo minerale.

Ma nessuno aveva le idee molto chiare circa il perché avrebbero dovuto esserci queste diversità.

C'era, naturalmente, l'idea corrente a quel tempo, che la differenza essenziale consistesse nel fatto che i composti di chimica organica dovevano la loro origine a qualche cosa che si chiamava una forza vitale — e questa idea ha resistito per molto tempo —. Ma non ci volle molto perché la gente si rendesse conto che la prima differenza evidente che passava fra i composti organici e gli altri stava nel fatto che i composti organici contenevano principalmente carbonio. Così, particolarmente dopo la scoperta che il catrame di carbone era una buona sorgente di composti di carbonio, il soggetto ebbe un rapido sviluppo — come studio del carbonio e dei suoi composti, tanto che, verso la metà del secolo scorso, circa all'epoca di Cannizzaro, la definizione della Chimica organica cominciò a cambiare, ed il suo appellativo normale era diventato semplicemente quello di « Chimica dei composti del carbonio ».

Vorrei tuttavia ricordarvi che in quell'epoca godeva ancora credito la teoria della forza vitale, contrariamente a quello che si crede in genere. Infatti, leggendo il fondamentale libro di testo di Newlands — pubblicato nel decennio attorno al 1850 — si potrà vedere che esso è una esposizione quasi perfetta della teoria della forza vitale, applicata alla Chimica organica.

Personalmente credo che, in un certo senso, la vera fine della teoria della forza vitale avvenne con la pubblicazione della Relazione di Cannizzaro nel 1860, dal momento che una delle cose che Egli fece — e che forse non è sempre capita — è stata la dimostrazione del fatto che le leggi che si applicano ai composti inorganici si applicano anche a quelli organici. Con questa dimostrazione Egli chiarì che non sussisteva più ragione alcuna per considerare che la Chimica organica differisse in qualche maniera dalla Chimica inorganica. In altri termini, Egli sottolineò l'unità fondamentale della Chimica.

Considerando, tuttavia, questo scorcio di tempo attorno al 1853 — anno in cui Cannizzaro pubblicò le sue osservazioni sulla benzaldeide — si deve ammettere che la Chimica, ed in maniera particolare la Chimica organica, si trovava in una situazione assai critica. È vero che, da circa 20 anni, i chimici organici avevano riunito un'enorme quantità di dati riguardanti i composti del C, ma la teoria era rimasta molto indietro. E penso che Wöhler fosse più che giustificato quando — nel 1850 — aveva descritto la Chimica organica come una giungla impraticabile.

La difficoltà consisteva nel fatto che si avevano le teorie del tipo, le teorie dei radicali, e così via. Ma tutte queste teorie in effetti non offrivano alcuna spiegazione circa i fatti che esse avrebbero dovuto mettere in correlazione. Ancora non si avevano idee chiare circa la distinzione tra atomi e molecole ed è veramente straordinario pensare allo stato attuale della Chimica, se ci si ricorda che appena nel 1852 — un anno prima di Cannizzaro — Frankland per la prima volta espose una prima idea chiara, cioè che un elemento potesse avere una valenza o potenza fissa di combinazione.

Ho sempre ritenuto che questa fosse la prima pietra miliare nel campo della Chimica organica perché, finché questa idea non ebbe preso piede fermentante,

fu impossibile dare una spiegazione di vari fatti, che pure si verificavano normalmente.

Le idee di Frankland si fecero strada con una certa rapidità. Infatti, in parte proveniente da esse, troviamo nel 1858 — lo stesso anno in cui Cannizzaro pubblicò per la prima volta il suo lavoro sulla Legge degli Atomi su « Il Nuovo Cimento » — troviamo, dicevo, la pubblicazione di noti, anzi famosi testi: di Kekulé da un lato e di Cooper dall'altro. Questi due giovani chimici — che avevano all'incirca l'età di Cannizzaro — esposero, indipendentemente l'uno dall'altro, teorie nelle quali accettavano l'idea che il C avesse una valenza fissa di 4 e che gli atomi di C si unissero gli uni agli altri a formare catene o anelli, a seconda dei casi. Ciò dette ai Chimici, per la prima volta, la possibilità di mettere per iscritto quella che potrebbe chiamarsi una formula di struttura, dalla quale sarebbe stato possibile di derivare la ragione dell'esistenza di composti isomerici.

Le teorie di Kekulé-Cooper — collegate alla chiara comprensione di molecole e atomi, che sorse con Cannizzaro — dettero effettivamente un avvio alla Chimica organica. E, in effetti, questo avvio ebbe luogo, dal momento che — nonostante le difficoltà di far penetrare queste nuove idee nella mente delle persone — non vi è alcun dubbio sul fatto che, nel corso dei 10 anni che seguirono immediatamente la pubblicazione delle teorie di Kekulé-Cooper e di Cannizzaro, la Chimica Organica veramente fiorì. Ricordiamo, infatti, che furono trovate la struttura del benzolo — nel 1865 — ad opera di Kekulé e quella della naftalina, ad opera di Le Bel e Meyer. È dello stesso periodo il lavoro di Butlerov, che fu il primo ad indicare che le proprietà di un composto chimico possono essere deducibili dalla natura della sua formula strutturale.

Furono giorni di gloria, quelli, per la Chimica organica. Il campo stava veramente acquistando vita e un solo passo mancava per arrivare ad una posizione in cui il tutto avrebbe potuto svilupparsi nel modo che noi, ora, sappiamo.

Questa ulteriore cosa di cui abbisognava, le fu data alcuni anni più tardi di van't Hoff e Le Bel, nel 1874. In quel tempo, la difficoltà consisteva nel fatto che le idee di Kekulé-Cooper permettevano di pronosticare — o pronosticavano — gli isomeri di composti organici. Ma, sfortunatamente, in alcuni casi si conosceva un numero di isomeri maggiore di quello che si poteva pronosticare dalle formule.

Fin dal 1848, naturalmente, Pasteur aveva studiato gli acidi tartarici. Egli aveva dimostrato, se ricordate, che esistevano forme di acido tartarico destrogire, levogire e inattive. Ciò era eccessivo rispetto alle formule di struttura che si potevano scrivere seguendo Kekulé-Cooper. E Pasteur riconobbe — e di questo dobbiamo dargli atto — che, in composti di questo tipo, vi era un'asimmetria non solo allo stato cristallino, ma anche a quello molecolare. Così, fu Lui ad introdurre l'idea dell'asimmetria molecolare, l'idea di molecole e immagine speculare, benché Egli non abbia affatto sviluppato questa idea. Perciò, fu soltanto nel 1874 — con le teorie di van't Hoff e Le Bel — che la Chimica fu portata alle tre dimensioni, con la teoria del carbonio tetraedrico. Ciò diede modo, naturalmente, alla Chimica superiore di svilupparsi e di far ciò nella maniera che oggi tutti ben conosciamo.

Ora, mi pare veramente una cosa assai interessante una riflessione su quei tempi. Abbiamo le idee di Frankland sulle valenze; abbiamo — nel 1858 — Kekulé-Cooper e Cannizzaro; abbiamo nel 1874 van't Hoff e Le Bel: tutte queste teorie — eccezion fatta per quella di Cannizzaro ottenuta in maniera pura ed empirica — rappresentano la solida base su cui è costruito tutto il complesso della Chimica organica. Ed è anche interessante notare che — a parte la precisazione avutasi con il passare del tempo nella forma e nell'espressione — queste teorie hanno resistito dai loro nascere a tutti gli assalti e — per quanto io ne sappia — è possibile virtualmente derivare da esse tutta la Chimica organica moderna. E ciò, a mio avviso, è degno di nota perché son certo che non può applicarsi ad alcuna altra Scienza.

La Chimica organica è stata praticamente libera dai capovolgimenti periodici che, dovuti a mutamenti teorici, hanno caratterizzato la maggior parte delle altre Scienze. Sulla base di questi concetti empirici, espressi tutti in un periodo di 15-20 anni circa, la Chimica organica ha avuto il suo sviluppo costante e logico. E, da quest'esplosione di teorie, il progresso vi fu e fu assai rapido.

Ora, io penso che dovremmo chiederci il perché di questo rapido sviluppo a quei tempi. Infatti il solo fatto che si fosse acquisita una teoria efficace — seppure assolutamente necessaria per lo sviluppo della Chimica — non spiega sufficientemente la rapidità con la quale questo sviluppo si ebbe.

È mio convincimento che la rapidità con la quale progredì la Chimica organica in quei tempi, è dovuta essenzialmente ad un legame che si venne creando con l'industria e, principalmente, con quella delle sostanze coloranti. L'arte del tintore aveva ricoperto per molti secoli un grande ruolo. Ma il tintore doveva limitarsi — e questo è comprensibilissimo — all'uso di sostanze coloranti naturali, sostanze che si potevano estrarre, in genere, da piante e, in qualche caso, da animali. Ovviamente, ciò poneva un serio ostacolo allo sviluppo di un'industria in questo campo. Ma nel 1858 Perkin — discepolo a Londra di Hoffmann — cercando di produrre per sintesi il chinino dall'ossidazione dell'anilina, produsse una tinta viola, la cosiddetta « mauvine ».

Ora, il fatto che Perkin abbia tentato di ottenere il chinino per sintesi ossidando l'anilina — un procedimento davvero semplicistico, dal punto di vista attuale — ci offre un quadro eloquente dello stato infelice nel quale si trovava la Chimica organica in quello scorcio di tempo. Non bisogna, tuttavia, sminuire l'importanza di quella scoperta. Infatti, io credo che essa abbia contribuito a creare la grande industria: la « mauvine » di Perkin entrò in ciclo di produzione commerciale e la sua scoperta — che rappresentò per l'industria uno stimolo ad interessarsi di questo settore — portò presto ad altre scoperte. Vi ricorderete, infatti, che la fucsina fu scoperta e sfruttata commercialmente da Verguin nel 1859; che nello stesso anno apparvero, ad opera di Williams, il viola Britannica e la safranina; che due anni dopo Girard e Nicholson produssero il bleu di anilina. E il progresso seguì. Incominciò a formarsi una industria veramente importante di sostanze coloranti sintetiche.

Tuttavia, penso che la caratteristica più importante — o, almeno, una delle più importanti — di quel tempo non fu quella della preparazione di sostanze coloranti

partendo da ossidazione di chinine aromatiche. A mio avviso, la principale caratteristica è rappresentata dal lavoro fatto, verso il 1868, da Graebe e Liebermann.

Per secoli, il panno era stato tinto in rosso usando un estratto di radice di robbia. E, per questa ragione, si era sviluppata in Europa una vastissima industria agricola. Ora, Graebe e Liebermann hanno semplicemente fatto quanto segue: hanno preso la radice di robbia, ne hanno estratta la sostanza colorante contenuta, l'hanno ottenuta allo stato puro e ne hanno stabilita la struttura come derivato dall'antracene. Dopo di che, han cercato di ottenerla per sintesi, per potere — in primo luogo — verificare le loro conclusioni.

Ma, oltre a ciò, essi hanno iniziato l'industrializzazione della sintesi dell'alizarina — come si chiamava la sostanza colorante contenuta nella robbia — e l'alizarina entrò nella produzione commerciale delle sostanze coloranti. Il risultato di questo lavoro fu che, nel corso di circa sei anni, un'intera industria agricola europea scomparve.

Questo lavoro di Graebe e Liebermann rappresenta uno dei primissimi esempi di ricerca scientifica applicata direttamente alla soluzione di un problema industriale. Come tale riveste una grandissima importanza, connessa com'è allo svilupparsi di quella che noi possiamo chiamare la seconda rivoluzione industriale.

Ma anche se noi non vogliamo considerare questo fatto sotto il suo aspetto più lato, anche se vogliamo limitarci a considerarlo dal punto di vista chimico, non v'è alcun dubbio che questo lavoro fece sentire sempre più all'industria il valore della ricerca chimica nel campo della produzione di nuovi prodotti. Il risultato fu: un grande fiorire dell'industria, un aumento sensibile del lavoro di ricerca — essenzialmente nel campo della Chimica organica — ed una schiera sempre crescente di giovani — soprattutto in Germania — che si istradarono sulla via della Chimica organica e delle ricerche di Chimica organica, facendone la loro carriera. Tutto ciò contribuì a far fare alla Scienza passi da gigante.

Quello che io cerco di dirvi è che in questo periodo — ricordate che parlo del periodo in cui Cannizzaro stava eseguendo il suo lavoro più importante — il progresso della chimica organica era in un certo qual modo dettato dall'industria, o, se questo termine di « dettato » non vi piace, diciamo stimolato dall'industria. E questo forse non venne per nuocere. Perché, se è vero che la chimica organica ebbe le sue origini nell'interesse dei chimici — o di certi chimici — verso le sostanze trovate nella materia vivente, è egualmente vero che non era assolutamente possibile lo studio delle complesse sostanze che si trovano nella materia vivente, fino al momento in cui non si era acquistato un bagaglio di conoscenze specifiche di teoria e di tecnica in ciò che noi potremo chiamare i composti più semplici del carbonio. Una volta che queste conoscenze e queste tecniche saranno riunite, gli studiosi potranno poi ritornare allo studio delle sostanze minerali che avevano a suo tempo dato origine alla definizione di Berzelius.

Naturalmente ciò significa, in altre parole, che io considero questo periodo che va dal 1860 alla fine del secolo come il periodo in cui, sotto l'impulso dell'industria, la chimica organica andava estendendo le sue conoscenze del carbonio, stava edificando le sue tecniche e, per così dire, affilando le sue lame, per il passo in avanti nello studio delle sostanze naturali.

È vero che, nel corso di quel periodo, le sostanze naturali non erano totalmente abbandonate. C'erano naturalmente alcuni cosiddetti chimici fisiologici di quei tempi che lavoravano su materiali assai complessi, prodotti da organismi viventi, ed essi lavoravano nonostante le spaventose difficoltà che si trovavano a dover fronteggiare. Altri ancora — come lo stesso Cannizzaro — lavoravano su prodotti naturali più o meno evidenti, come i terpeni, gli alcaloidi. E, certamente, non avrete dimenticato la brillante serie di ricerche sulla santonina, che viene usata come antelmintico. Cannizzaro stesso lavorò moltissimo sulla santonina, ed il suo lavoro fu assai brillante; egli arrivò ad una formula strutturale della santonina, che era assai vicina alla realtà. Non era proprio esatta, così come noi la conosciamo oggi. Ma il fatto che non fosse esatta è — a mio parere — una ulteriore conferma su quanto desidero mettere in risalto circa questo periodo in genere. La mia osservazione è la seguente: non si può risolvere il problema della struttura di composti come la santonina con il solo genio: per poterlo fare, è necessario essere in possesso della tecnica e delle conoscenze fondamentali della chimica moderna.

Questo periodo fino al 1900 è da me considerato come il periodo di crescita della chimica organica sotto l'impulso dell'industria, ma quando arriviamo agli albori del nostro secolo — al momento del crepuscolo della vita del Cannizzaro —, dopo che Egli aveva dedicato tanti sforzi ai composti come la santonina, Egli deve aver avuto la possibilità di intravedere il mutamento che stava investendo tutto questo campo. Perché, allora, le tecniche a disposizione erano già abbastanza soddisfacenti, e, nel corso dei primi anni di questo secolo, si può notare una tendenza costante in direzione delle sostanze reperibili nella materia vivente, o, se a voi piace meglio, una specie di ritorno da parte di alcuni chimici alla definizione originale del soggetto. In quel tempo abbiamo grandi figure in questo settore: personalità come Emil Fischer, come Willstätter, come Perkin junior, e molti altri. Ebbe inizio in quegli anni una spinta verso lo studio delle sostanze naturali. E questo semplicemente perché era ormai possibile, con l'aiuto delle tecniche esistenti, di applicarsi a questo lavoro con una ragionevole speranza di successo, un successo molto maggiore di quanto non ne abbia mai potuto avere, trenta anni prima, Cannizzaro.

Abbiamo visto, da allora in poi, — ma su questo sorvoleremo — un regolare sviluppo ed un progresso in questo settore, cosicché la chimica dei prodotti naturali — se così vogliamo chiamarla — divenne, e rimane, uno dei punti essenziali della chimica organica. Accoppiata con la biochimica, e con la scienza annessa della chemioterapia, la chimica organica ha tratto da questo dominio la maggior parte dei suoi successi maggiori. L'abbiamo vista andar sempre più avanti, fino al momento in cui, associata con queste altre scienze, essa ha teso a padroneggiare tutto il campo della biologia e della medicina.

Ora, sarebbe sciocco suggerire che questa sia stata l'unica branca della chimica organica che ha subito uno sviluppo. Nel corso di questo secolo vi sono stati dei notevoli passi avanti nella teoria perché, nello stesso modo in cui la chimica organica aveva esaurito la sua teoria verso il 1850, così cominciò ad esaurirla nuovamente verso il 1900. E non avrebbe fatto i progressi che ha fatto, se non ci fosse stata qualche modifica di punti di vista teorici durante questo secolo. Penso in

modo particolare alla teoria elettronica della valenza, ed alla teoria dello stato di transizione delle reazioni, nelle loro applicazioni alla chimica organica.

Queste cose, assieme ad altre simili, hanno portato ad una comprensione, assai più profonda di quanto non fosse stata per il passato, del meccanismo particolareggiato delle reazioni organiche, ed hanno fornito al chimico un grado di potenza e di sicurezza dei suoi metodi, di un genere finora mai raggiunto.

In pari tempo, non dovremmo dimenticare che, con l'accrescersi fenomenale che si è continuato ad avere nel campo dell'industria chimica, abbiamo assistito ad un costante « feed back » — se così vogliamo chiamarlo — che porta dall'industria alla scienza della chimica organica, e dalla chimica organica all'industria. E questa costante interazione fra industria e facoltà universitarie rappresenta, secondo me, una delle glorie della chimica organica. È uno degli aspetti della chimica che molte altre industrie copiano volentieri, e con considerevole vantaggio.

E così arriviamo alla posizione odierna, a giusto cinquanta anni dalla morte del Cannizzaro, posizione straordinaria, realmente, se la consideriamo da vicino.

Nel 1860 Cannizzaro, con la sua Relazione sulla « Legge degli Atomi », giunse ad un momento in cui la chimica era ad un punto critico: il chimico organico trattava questioni del tutto diverse da quelle del chimico inorganico. Cannizzaro appartiene al novero di quelli che li hanno riuniti; ha fatto sì che potessero rendersi conto che la chimica rappresenta una scienza unica. Il grande sviluppo della chimica organica, avvenuto nel secolo passato, ed il suo fiorire del secolo presente, accoppiati al declino della chimica inorganica fino a tempi recentissimi — asserisco ciò senza timore, benché alcuni possano non trovarsi d'accordo con me — accoppiati, ripeto, a questo declino (dovuto al fatto che la chimica inorganica non aveva voluto riconoscere l'unità della scienza, ed al fatto che troppo si era concentrata sullo studio di materiali isolati), tutto ciò ha teso a dividere nuovamente la chimica all'inizio del nostro secolo. I chimici inorganici appena rivolgevano la parola a quelli organici, la biochimica era separata dal resto, e così via.

Ora, cento anni dopo il tempo di Cannizzaro, credo che stiamo raggiungendo un punto in cui torniamo indietro. La ruota ha compiuto il suo giro, e credo che stiamo tornando al punto di Cannizzaro, perché oggi è assai più difficile di venti anni fa riconoscere le varie branche della chimica. I miei colleghi di chimica inorganica stanno ora impiegando, per le loro analisi, in gran parte le medesime idee che hanno dominato la chimica organica. Stanno, attraverso i loro complessi composti, giungendo agli stessi problemi di quelli della chimica organica. A mio avviso, il biochimico che ha, per tanti anni, dedicato troppa attenzione alla funzione e troppo poca alla struttura, si sta rendendo conto ora che funzione e struttura vanno di pari passo. Allo stesso modo, i suoi colleghi di chimica organica si stanno rendendo conto che la struttura da sola, in assenza della funzione, non è — in effetti — sufficiente per lo studio dei composti organici.

E così possiamo, credo, vedere gli inizi di un movimento che ci condurrà a capire — come così chiaramente lo comprese il Cannizzaro — che noi non siamo chimici organici, non siamo chimici fisici, biochimici inorganici, ma siamo chimici, e come tali siamo seguaci di una unica grande Scienza in progresso.

È straordinario il pensare che tutto quello che abbiamo visto nel campo della chimica sia avvenuto in appena cento anni. Il fatto che tutto sia avvenuto in questo lasso di tempo di cento anni, in questo breve tempo, indubbiamente è dovuto a quel genere di cose che Cannizzaro ed i chimici dei suoi tempi — i Kekulé, i Cooper ed altri — fecero intorno al 1860. Perché, io non dubito affatto che le scoperte del Cannizzaro si sarebbero comunque fatte, ma è stata proprio la sua apparizione a quel momento che ha dato alla Chimica la possibilità di progredire con la rapidità che abbiamo visto.

Come ho già detto, Cannizzaro non vide che al crepuscolo della Sua esistenza gli inizi di una nuova fase della Chimica organica, di quella Chimica che era — dopo tutto — il Suo grande amore. Credo che anche in quel momento Egli deve aver percepito vagamente il corso che avrebbe preso questa Scienza. Ed oggi, che siamo qui per rendere omaggio al Suo Nome ed al Suo Genio, penso che la nostra migliore speranza sia quella di dire — se lo possiamo — che se Cannizzaro fosse qui oggi, Egli approverebbe gli sforzi che stanno compiendo i chimici del 1960 per esser degni dell'eredità che hanno ricevuto dal lavoro del Cannizzaro e dei Suoi colleghi nel 1860.

Grazie.

## GEORGES CHAUDRON

Signor Presidente, Signor Ministro, Cari Colleghi, Signore e Signori,

è per l'Accademia delle Scienze di Parigi un onore del tutto particolare e un dovere, partecipare alla celebrazione del centenario della Legge degli Atomi, formulata dall'illustre chimico Cannizzaro.

Mi è facile indicare le ragioni particolarmente valide che un chimico francese ha di ricordare quel grande scienziato e di parlare della sua Opera.

Infatti, il primo lavoro di Cannizzaro fu presentato il 13 gennaio 1851 all'Accademia delle Scienze di Parigi. Era stato effettuato in un laboratorio di Chevreul in collaborazione con Cloez, che fu Presidente della Società Chimica di Francia nel 1868. Si trattava di lavori sui composti del cianogeno e, più precisamente, sulle amidi cianiche, ricerche dalle quali si rileva l'influenza dei lavori di Wurtz, il quale fu anch'egli un amico di Cannizzaro.

Dopo questo esordio nei laboratori parigini, Cannizzaro non cessò mai di avere relazioni molto strette con un gran numero di Chimici francesi. Nel 1894 Egli fu nominato Membro corrispondente della nostra Accademia. Ed io, per parlare della grande reputazione di cui Egli godeva in quell'epoca, non posso far di meglio che ripetere certi brani del magnifico Rapporto presentato da Carlo Friedel, uno dei più grandi promotori — con il Wurtz — delle idee di Cannizzaro in Francia.

Carlo Friedel diceva: «Cannizzaro fa parte della schiera dei chimici più eminenti, che contribuirono alla trasformazione delle teorie chimiche. Ha esercitato la sua influenza sia per le sue ricerche sperimentali, sia per la parte di idee nuove che egli ha portato alla costruzione del nuovo edificio. Per quanto riguarda i risul-



tati pratici, la sua scoperta principale è quella dell'alcool benzilico. Egli ha, in seguito, studiato un gran numero di derivati di questo alcool e il suo lavoro è uno di quelli che più ha contribuito a fare progredire la teoria delle combinazioni aromatiche. Un'altra reazione classica che porta il nome di Cannizzaro è quella dell'azione della potassa alcoolica sulle aldeidi. Egli ottenne l'alcool toluico e l'alcool anisico; preparò — insieme a Cloez — un gran numero di derivati dell'alcool anisico; scoprì la cianamide e diversi suoi omologhi; si occupò del difficile studio della santonina e dei suoi derivati. Ma non si limitò, Cannizzaro, ai suoi lavori di laboratorio: spirito elevato e dotato della facoltà di sintesi, egli deve essere annoverato tra gli scienziati che più hanno contribuito allo sviluppo della chimica atomica. In un opuscolo che riassume le lezioni tenute a Genova, egli ha riunito — basandosi sulla legge di Dulong e Petit e sulla legge dell'isomorfismo — tutte le ragioni che permettono di raddoppiare i pesi atomici di un gran numero di metalli. Il punto di vista di Cannizzaro ha avuto numerose conferme: tra le altre, quelle che si sono trovate durante la determinazione delle densità di vapore, dovuta a Vittorio Meyer. Per tale motivo, il punto di vista di Cannizzaro è ormai da tutti condiviso ed è entrato nell'insegnamento corrente ».

Questa citazione di brani del Rapporto di Carlo Friedel mostra quanto fosse stata apprezzata dai chimici del nostro Paese l'opera fondamentale di Stanislao Cannizzaro.

Prima di parlare della Legge degli Atomi di Cannizzaro, mi sembra necessario ricordare un'altra grande scoperta, che la precede di circa 50 anni: quella di Amedeo Avogadro, professore di fisica all'Università di Torino.

Nel 1805, Gay-Lussac aveva formulato la Legge dei Volumi che entrano in combinazione. Egli affermava: « In una reazione chimica, i volumi dei gas che entrano in combinazione e quelli dei prodotti che si formano stanno tra loro secondo rapporti semplici e interi ». Questa legge puramente sperimentale e così importante fu interpretata in modo geniale da Avogadro, che formulò l'ipotesi che: « Volumi eguali di gas, in condizioni identiche, contengono lo stesso numero di molecole ». Questa ipotesi, verificata in tutte le sue conseguenze, porta ora il nome di Avogadro.

Per 50 anni, i chimici non compresero la grande importanza della Legge di Avogadro, le cui conseguenze a noi appaiono così evidenti. Fu solo al Congresso di Karlsruhe del 1860, in settembre, giusto un secolo fa, che Cannizzaro prese la parola su uno dei punti dell'ordine del giorno, facendo un brillante intervento, che fu citato interamente da Wurtz nei Resoconti della seduta. Cannizzaro parlò dell'importanza dei lavori di Dumas, sulla determinazione delle densità di vapore, e del valore delle tesi di Gaudin, un allievo del Dumas. Proseguendo, pose in risalto l'importanza del principio di Avogadro, da cui trasse conseguenze che gettarono viva luce sui successivi dibattiti. Fece risaltare la concordanza esistente tra i pesi atomici dedotti in base alla Legge di Dulong e Petit, le analogie chimiche e le cifre ottenute in forza della Legge di Avogadro.

Fu allora possibile di stabilire la vera formula di una combinazione, cioè di determinare il numero esatto di atomi che formano la molecola. Veramente, questi concetti importanti erano già stati pubblicati due anni prima da Cannizzaro.

Infatti, nel 1858, i suoi concetti erano stati sviluppati in un giornale pubblicato da Piria all'Università di Pisa.

Poco a poco, le idee di Cannizzaro finirono per trionfare nei diversi Paesi. Ma è molto probabile che, a contribuire in larga parte alla diffusione delle sue idee, sia stata la Comunicazione che Egli fece al Congresso di Karlsruhe. Indubbio è, comunque, il fatto che, nel corso delle Riunioni di Karlsruhe — che videro raggruppati i più grandi nomi della Chimica — la Comunicazione di Cannizzaro fu la più apprezzata e sollevò un'enorme impressione.

Or sono 25 secoli, egualmente sulle sponde del Mare Divino, dei filosofi insegnavano già che la materia è formata di particelle indistruttibili, in movimento senza posa. Ma nulla, in questi insegnamenti, ci permette di trovare una qualsiasi giustificazione, che abbia valore scientifico. Nulla ci può far comprendere le ragioni di quella grande intuizione. Il celebre fisico Avogadro, riprendendo quell'immagine, arrivò alla sua magnifica Legge, verificata in tutte le sue conseguenze.

Ma fu soltanto l'illustre chimico Cannizzaro — che noi celebriamo oggi — che non dedusse la possibilità di stabilire i pesi atomici.

Cannizzaro fu, a più riprese, considerato un grande filosofo della chimica. Io direi, piuttosto, che Egli ne fu uno dei più grandi architetti, perché Egli apportò chiarezza e semplificazioni nei concetti — talvolta oscuri e talvolta complessi — dei suoi contemporanei. E, dopo la sua scoperta, oggi centenaria, è stato possibile di concepire la costruzione dei diversi edifici molecolari a partire dagli atomi. A partire, cioè, dalle particelle indistruttibili dei chimici di quell'epoca.

Mi sembra, quindi, che Cannizzaro possa apparirsi ai poeti antichi, per la Sua grande intuizione.

#### NICOLAY ALEXANDROVIC FIGUROVSKI

Signor Ministro, Signor Presidente, Signore e Signori,

permettetemi di porgervi, prima di tutto, un amichevole saluto a nome dell'Accademia delle Scienze dell'URSS e della Società Chimica di tutta l'Unione « Mendeleev ». Permettetemi di leggere l'indirizzo di saluto dell'Accademia delle Scienze dell'URSS all'Accademia Nazionale dei Quaranta.

« Alla presidenza dell'Accademia Nazionale dei Quaranta. L'Accademia delle Scienze dell'URSS e la Sezione per la Chimica dell'Accademia delle Scienze dell'Unione salutano i partecipanti a questa assemblea, che si riunisce per onorare la memoria di un illustre scienziato, di uno dei fondatori degli studi atomico-molecolari: Stanislao Cannizzaro.

Cento anni fa si svolse la prima conferenza internazionale di chimica, nel corso della quale Cannizzaro, in un memorabile discorso, espose la sua teoria atomico-molecolare. Il suo ammirevole intervento ha segnato una tappa fondamentale nella storia della chimica ed ha contribuito al progresso delle teorie chimiche, antichi-

pando la scoperta della legge periodica di Dimitri Mendeleev. Gli scienziati sovietici, uniti a voi, rendono il loro doveroso omaggio alla memoria dell'insigne scienziato italiano Stanislao Cannizzaro in questo giorno solenne e ricordano che durante il congresso di Karlsruhe nacque l'amicizia tra il Cannizzaro e il nostro Mendeleev. Essa non fu soltanto l'amicizia di due scienziati che condividevano le stesse idee, ma simboleggiava la reciproca stima e la uguale concezione del mondo dei due grandi personaggi dei nostri paesi. L'Accademia delle Scienze dell'URSS e la Sezione per la Chimica della Accademia dell'Unione esprimono la speranza che i tradizionali rapporti scientifici tra i chimici italiani e quelli russi, assumano oggi una nuova forma, trasformandosi in una collaborazione scientifica per il progresso della scienza e la prosperità dell'umanità. Vi preghiamo, Signori, di accettare il nostro cordiale saluto e l'augurio che la scienza chimica possa continuare a svilupparsi nel suolo di quelle idee d'avanguardia che cento anni fa vennero a noi trasmesse da Stanislao Cannizzaro ».

Il presidente della Accademia delle Scienze dell'URSS; il segretario generale dell'Accademia delle Scienze, accademico Feodorov; il segretario della Sezione per la Chimica dell'Accademia delle Scienze dell'Unione, accademico N. Semionov.

Permettetemi di riferire a questa assemblea alcune notizie riguardanti la scoperta della legge periodica degli elementi chimici. Non di rado colui che scrive la storia della scienza si trova in difficoltà, quando cerca di descrivere particolareggiatamente il processo di una qualsiasi scoperta scientifica. È molto difficile ricostruire la via percorsa dal pensiero dei ricercatori. Gli scienziati ben sanno, per loro personale esperienza, che il pensiero, che lavora in una determinata direzione, procede attraverso un complicato labirinto di una infinità di disordinate supposizioni prima di giungere ad una ipotesi più o meno accettabile e verosimile.

Avvenne esattamente lo stesso per la scoperta della legge periodica. Probabilmente lo stesso Dimitri Mendeleev non sarebbe in grado di ricostruire con chiarezza e in modo esauriente la via seguita dal suo pensiero e che lo ha portato alla scoperta della legge periodica.

Alla domanda: Come venne scoperta la legge periodica? finora non si è risposto in modo soddisfacente. Si legge ancor oggi, in certa letteratura scientifica, una gran quantità di leggende, che spiegano la conquista scientifica di Mendeleev come il prodotto di una intuizione o di un caso fortuito. Si afferma, per esempio, che Mendeleev ebbe l'idea della legge periodica in sogno.

Ma in realtà, in qual modo Mendeleev giunse alla sua famosa scoperta?

Mi permetterò di rammentare molto brevemente alcune circostanze, legate all'attività scientifica di Mendeleev. Dimitri Ivanovic Mendeleev studiò chimica, sotto la guida dell'eminente scienziato russo Alessandro Voskresenskij, nell'Istituto superiore pedagogico di Pietroburgo. Al termine dei suoi studi in questo Istituto, nel 1855, Mendeleev insegnò per alcuni mesi nel ginnasio di Odessa. Durante questo breve periodo di tempo, non avendo la possibilità di compiere un lavoro sperimentale, Mendeleev preparò una dissertazione teorica: « I volumi specifici », che presentò all'Università di Pietroburgo per ottenere il titolo di « maestro di chimica ».

Già verso la fine dei corsi nell'istituto, egli aveva scritto un altro lavoro teorico: « Isomorfismo in relazione agli altri rapporti nelle forme della composizione ».

Così, fin dall'inizio della sua attività, il pensiero di Mendeleev era orientato a stabilire quale fosse il meccanismo dei rapporti tra la composizione chimica e le proprietà delle sostanze.

All'inizio dell'anno 1857 Mendeleev divenne docente di chimica presso l'Università di Pietroburgo. Due anni più tardi egli venne inviato all'estero per perfezionarsi nelle scienze e proseguì i suoi studi nella città di Heidelberg. Egli contava di eseguire le ricerche, che da tanto tempo aveva progettato, e che si riferivano alle forze di coesione interna delle sostanze, in relazione alla loro composizione chimica.

In un piccolo laboratorio, attrezzato nel suo stesso appartamento, egli condusse quegli esperimenti che lo portarono alla scoperta della temperatura critica, o, come Mendeleev la chiamava, della temperatura assoluta di ebollizione dei liquidi, che dieci anni dopo venne scoperta, indipendentemente, da Thomas Andrews.

Il più importante avvenimento della vita di Mendeleev, durante il suo soggiorno all'estero, fu la sua partecipazione al congresso internazionale di chimica svoltosi a Karlsruhe dal 3 al 5 settembre 1860.

Sono passati cento anni e si deve riconoscere che questo avvenimento storico così importante segna una tappa fondamentale nel progresso della chimica. Ed io ho oggi l'onore di dichiarare in questo alto consesso, a nome dei chimici dell'Unione Sovietica, che noi, come fece Mendeleev, assieme ai chimici degli altri paesi, con riconoscenza ci inchiniamo davanti al genio di Stanislao Cannizzaro, le cui comunicazioni durante il congresso di Karlsruhe, nelle quali egli espose l'importante teoria degli atomi, hanno esercitato una influenza decisiva su tutto il progresso della scienza.

Mendeleev, fin dall'inizio della sua attività scientifica, era un sostenitore delle teorie di Gerhardt. Tuttavia, come tutti i chimici del suo tempo, egli si serviva delle antiquate e inesatte rappresentazioni degli equivalenti degli atomi complessi. Il sorprendente discorso di Cannizzaro al Congresso produsse in lui una enorme impressione, e, come egli stesso poi confessò, diede un orientamento più chiaro e deciso alle sue idee sui rapporti tra le proprietà chimiche e fisiche delle sostanze.

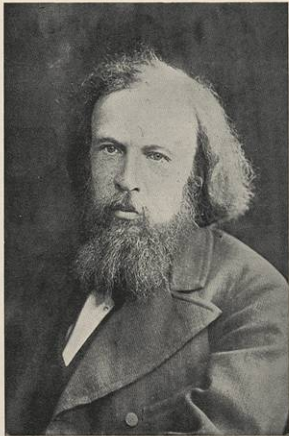
A Karlsruhe Mendeleev conobbe Cannizzaro ed i due scienziati divennero amici. Cannizzaro, come è noto, prese due volte la parola nel corso del congresso di Karlsruhe, il 4 ed il 5 settembre. Il suo primo intervento, durante la seduta della commissione, si riferiva al problema dello sviluppo della nozione « atomo-molecola equivalente » ed anche al problema della possibilità di usare la nozione « atomo complesso ».

Nel suo resoconto del congresso, che è uno dei pochi documenti che si riferiscono alla teoria di questo importante avvenimento per la chimica del XIX secolo, Mendeleev riferisce dettagliatamente i discorsi di Cannizzaro. Sottolineandone l'importanza, egli scrive:

— Le opinioni più precise e senza dubbio più originali e complete sono state espresse dal professore italiano Cannizzaro.

E ancora, riferendo dettagliatamente la parte fondamentale del discorso di Cannizzaro, Mendeleev scrive :

— Fino a questo punto noi abbiamo visto un completo accordo tra le idee di Cannizzaro e quelle di Gerhardt e dei suoi allievi. Fino a questo punto, tutto quanto era stato detto era una chiara interpretazione delle teorie di Gerhardt. Io stesso avevo altre volte esposto le stesse idee. Ma Cannizzaro va più avanti, atte-



*D. Mendelejeff.*

nendosi fermamente al principio enunciato e indicando il grande errore commesso da Gerhardt. Gerhardt aveva raggruppato le particelle prendendo come indice del composto 100 e ricavato l'equivalente. Ma tale ipotesi non è appoggiata da nulla, è semplicemente un tributo al passato. Concludendo la esposizione del discorso di Cannizzaro, Mendeleev nota: — Il discorso di Cannizzaro ha giustamente ottenuto il consenso generale.

Nello stesso resoconto Mendeleev menziona anche la seconda relazione di Cannizzaro.

In seguito Mendeleev scrisse molto spesso che il Congresso internazionale di chimica di Karlsruhe ebbe una grande importanza e in particolare egli parla spesso della profonda impressione suscitata in lui dal discorso di Cannizzaro.

All'inizio del 1861 Mendeleev tornò a Pietroburgo e da questo momento ha inizio la sua vita tumultuosa piena di attività creativa.

Egli iniziò il corso di chimica organica, scritto sotto l'influenza delle nuove idee, ed anche una serie di lavori sulla tecnologia, la chimica analitica ed altri argomenti.

Nel 1865 egli discusse la tesi di dottorato sul tema: « La combinazione degli alcoli con l'acqua », e nel 1868 ottenne la cattedra di chimica presso l'Università di Pietroburgo.

Doendo iniziare le sue lezioni all'università, Mendeleev, naturalmente, dovette studiarne il piano e il contenuto. Poiché mancavano testi adatti di chimica, basati sulle nuove teorie atomico-molecolari degli studi di Gerhardt e Cannizzaro, Mendeleev decise di scrivere il suo libro: « Principi di chimica ». Fu unicamente questo motivo pratico immediato, di fornire il suo corso di un manuale, che costrinse Mendeleev a dedicarsi allo studio e alla comparazione dei pesi atomici e delle proprietà chimiche degli elementi, che lo condusse in seguito alla scoperta della legge di periodicità.

La scoperta di Mendeleev era stata preceduta da numerosi tentativi di stabilire il meccanismo, principalmente, della variazione delle grandezze dei pesi atomici da elemento a elemento.

Così sono ben note le leggi delle triadi di Dobereiner (1816-1829), le Regole di Pettenkofer e Dumas (1848-1850), le tabelle di Odling (1857), di De Chanecourtois (1862), la legge delle ottave di Newlands (1864), di Meyer, ecc.

Tutti questi tentativi, più o meno felici, di comparare gli elementi secondo la grandezza dei pesi atomici, non portarono tuttavia alla scoperta della legge periodica, prima di tutto perché gli Autori di queste tavole erano unilaterali e si interessavano delle innumerevoli grandezze dei pesi atomici e delle differenze nella regolarità dei valori dei gruppi di elementi. Inoltre, in effetti, si ignoravano completamente le proprietà chimiche degli elementi. Nel 1860, nei circoli ufficiali scientifici si dimostra un palese scetticismo nei confronti di analoghi tentativi di stabilire il meccanismo dei rapporti tra gli elementi. È noto, per esempio, che nel luglio del 1866, allorché Newlands fece, alla Società Chimica di Londra, una relazione sulla legge delle ottave, il prof. Fuster gli chiese ironicamente se non avesse cercato di collocare gli elementi in ordine alfabetico e se non avesse ottenuto in questo modo il tanto sospirato meccanismo.

Опубликовано в журнале "Известия Академии Наук", 1869 г.

Составлено по работам академика Д. Менделеева.

Меморандум  
 Копия в Императорский  
 кабинет

			Li=69	Sc=90	?=100
			V=51	Nb=94	La=102
			Cr=52	Mo=96	W=106
			Mn=55	Rh=104	Pt=117,4
			Fe=56	Co=104	Ni=118
			Ni=57	Pd=106	Cu=119
H=1	?=8	?=22	Cu=63	Ag=101	Hg=200
	Be=9	B=10	Zn=65	Cd=112	
	B=11	Al=27	?=63	Sn=118	Pb=207
	Ca=40	S=32	?=70	Bi=208	
	N=14	P=31	As=75	Te=128	At=210?
	O=16	Se=32	Te=128	Fr=184?	
	F=19	Br=80	I=127	At=188?	
di=17	Ne=20	K=39	Rb=85	Cs=133	Fr=201
			Ce=140	Pr=140	Th=232
			?=73?	Ce=72	
			?=58?	La=74	
			?=60?	Th=98	
			?=75?	Th=118?	

Essai sur la classification des éléments  
 d'après leurs poids atomiques et  
 fonctions chimiques de Mendeléeff  
 par le chimiste russe D. Mendeléeff

№ 17/69.

Копия в  
 Императорский  
 кабинет  
 составлена по работам  
 академика Д. Менделеева.

Академик Менделеев, классификация элементов по их свойствам

Ma tale atteggiamento verso la costruzione speculativa nel campo della chimica aveva i suoi motivi. Si sa bene quale triste fama godettero le numerose teorie sulla costituzione dei composti organici al tempo della disputa teorica sulla chimica organica nel secolo scorso. È nota anche la storia delle due affascinanti ipotesi di William Prout formulate nel 1815, e che influenzarono una intera generazione di chimici tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo.

Mendelev non conosceva le teorie sulla costituzione che precedettero la legge periodica. Egli conosceva soltanto l'ordinamento delle triadi di Dobereiner e le regole di Dumas. Mendelev giunse al sistema periodico per una sua propria via, indipendente dagli altri Autori. La sua scoperta è il coronamento dei suoi precedenti tentativi di comparare le proprietà fisicochimiche degli elementi con la loro composizione.

Lo stimolo, che mosse il pensiero di Mendelev verso la scoperta della legge periodica, fu la necessità di ordinare il materiale per il suo manuale «Principi di chimica» secondo un ordine logico e fondato.

La prima edizione dei «Principi di chimica» consta di 4 parti. La prima parte, dedicata al problema generale della chimica, uscì nel 1869. Lavorando al piano della seconda parte, verso la fine del febbraio dell'anno 1869, Mendelev giunse alla prima definizione della legge periodica.

Ho qui una fotocopia dell'originale della prima tavola di Mendelev, che egli scrisse la sera del 1° marzo 1869. La leggenda secondo la quale egli avrebbe scritto le sue tavole in sogno, prende lo spunto proprio da questo fatto, e cioè dal fatto che Mendelev scrisse in una sola sera la sua prima tavola. Dal punto di vista della storia della scoperta, una così rapida scoperta è improbabile. Ma resta il fatto, ormai definitivamente accertato, che questa tavola comparve la sera del 1° marzo 1869. Dopo alcuni giorni essa era nelle mani di molti chimici.

Qualche tempo dopo Mendelev scrisse un articolo sulle correlazioni tra le proprietà e i pesi atomici degli elementi, articolo che venne pubblicato in una delle prime riviste della società russa di fisica e chimica. Cominciando dal marzo 1869 Mendelev si dedicò per circa tre anni allo studio di numerosi problemi, che derivavano dalla esatta determinazione del posto dei singoli elementi nel sistema periodico.

E giungiamo al 1871. In questo anno comparvero i due classici articoli di Mendelev sul sistema periodico. Uno di essi, «Sistema naturale degli elementi e sua applicazione per determinare le proprietà degli elementi scoperti», venne pubblicato in lingua russa. Il secondo articolo, «La validità periodica degli elementi chimici», venne pubblicato in tedesco, nella rivista tedesca «Annali Liebig». I due articoli, per il loro contenuto, hanno molto in comune e quindi possono venir esaminati insieme.

Mendelev dapprima studia il problema della collocazione nel sistema periodico degli elementi dello zolfo, dell'uranio e dell'indio, proponendo di rettificare corrispondentemente i pesi atomici fin allora accettati. Più oltre Mendelev dà i principi fondamentali della legge periodica, parla dei principali gruppi di elementi, dei periodi grandi e piccoli, delle serie, della possibilità più o meno elevata degli



elementi di combinarsi con l'ossigeno, il che determina l'appartenenza degli elementi a questo o quel gruppo.

La parte più interessante degli articoli è dedicata alle proprietà degli elementi non ancora scoperti. Egli descrive con molti particolari le proprietà degli analoghi del boro, dell'alluminio e del silicio: l'ecaboro, l'ecalluminio e l'ecasilicio.

Nel secondo articolo, quello in lingua tedesca, Mendeleev perviene alla formulazione della legge periodica delle proprietà degli elementi: le proprietà fisiche e chimiche degli elementi sono una funzione periodica del peso atomico. Egli esamina inoltre i problemi riguardanti le rettifiche dei pesi atomici e indica la collaborazione degli elementi dell'indio, dell'uranio e di altri elementi delle terre rare, nel sistema periodico.

Contemporaneamente alla pubblicazione di questi articoli, Mendeleev, nel suo manuale « Principi di chimica », si servì ampiamente sia della stessa legge periodica che delle conseguenze da essa derivanti.

La apparizione delle comunicazioni di Mendeleev su la legge da lui scoperta non provocò un particolare e diretto interessamento nell'ambiente dei chimici. Comparvero solo alcune brevi note a carattere speculativo su alcune riviste e pubblicazioni, intorno all'anno 1870. Il noto scienziato inglese Todd spiegò le ragioni di questo atteggiamento generale nei confronti di una scoperta così importante quale la scoperta della legge periodica. Egli scrisse: — Le idee di Mendeleev non attrassero da principio che poca attenzione, poiché i chimici del suo tempo erano più occupati a collezionare e a ricercare dei fatti, piuttosto che a meditare sulle loro relazioni. La sorte toccata ad altri tentativi del genere aveva suscitato negli studiosi un atteggiamento di netto scetticismo nei riguardi di qualsiasi tentativo di generalizzazione in questo così complicato settore.

Ma dopo pochi anni tale atteggiamento nei confronti di Mendeleev cambiò completamente. Comparvero numerosi imitatori di Mendeleev che proponevano diverse modificazioni, varianti del sistema periodico. Mendeleev e la sua legge periodica ottennero un autentico trionfo quando le sue previsioni sulle proprietà dei tre elementi non ancora scoperti vennero confermate in modo inequivocabile.

Il 27 agosto 1875 Paul Emile Lecoq de Boisbaudran scoperse un nuovo elemento che egli chiamò gallio. In seguito alla comunicazione della sua scoperta, venne pubblicata una nota di Mendeleev con la quale lo scienziato russo rilevava un errore nella determinazione di alcune costanti del nuovo elemento: l'ecalluminio. Il Boisbaudran naturalmente si meravigliò, ed anche si sentì un poco offeso, per l'inaspettato intervento dello scienziato russo, il quale non aveva mai visto neanche lo spettro del gallio. Tuttavia le verifiche di controllo eseguite confermarono l'esattezza delle indicazioni di Mendeleev, fatte unicamente in base alla legge periodica. Tutti sanno quale impressione produsse in tutti gli scienziati del mondo questa originale polemica.

All'incirca lo stesso avvenne nel 1879 quando Lars Friederik Nilson scoperse lo scandio, l'ecaboro, e C. Winkler nel 1886 scoperse il germanio, l'ecasilicio.

Dopo una così chiara conferma delle previsioni di Mendeleev, tutti cominciarono a riconoscere la legge periodica che presto assunse importanza per la scienza,

diventando il punto di partenza dello sviluppo degli studi sulla struttura della materia.

La legge periodica per due volte, durante la vita di Mendeleev, venne sottoposta a serie prove.

Verso il 1890 Ramsay scopre i gas inerti. Tale scoperta non colse di sorpresa Mendeleev, il quale a suo tempo aveva previsto l'esistenza dell'argo e di altri elementi, facenti parte del gruppo di sinistra.

Tuttavia le proprietà di uno dei gas scoperti ed in particolare la loro inerzia chimica, provocarono delle serie difficoltà quando si trattò di inserire i nuovi elementi nel sistema periodico. Tuttavia queste difficoltà furono ben presto superate e la teoria di Mendeleev, mediante l'integrazione nel gruppo di sinistra, assunse una forma sempre più armonica e definitiva.

La seconda prova venne sostenuta, all'inizio del nostro secolo, quando furono scoperti la radioattività e gli elementi radioattivi. Le proprietà di questi elementi differivano a tal punto dalle proprietà degli elementi precedentemente riconosciuti, che sorse il dubbio: queste proprietà trovano la loro corrispondenza nella legge periodica?

Ma tale dubbio venne completamente dissipato e la legge periodica si arricchì di quelle parti complementari che hanno contribuito al prodigioso estendersi della sua importanza.

È a tutti noto che attualmente la legge periodica e le fondamentali conseguenze da essa derivate formano uno dei principi fondamentali della scienza.

Come abbiamo visto, la scoperta della legge periodica è strettamente legata a tutto il carattere dell'attività precedente di Mendeleev, all'orientamento del suo pensiero, alla sua aspirazione a rispondere con i fatti alle esigenze pratiche che derivano dalla questione di redigere il testo « Principi di chimica ».

Il fondamento per la descrizione degli elementi non ancora scoperti non furono né l'intuizione del geniale scienziato né una sua particolare capacità di leggere nel futuro. Ma la assoluta certezza della esattezza e della importanza enorme, che avrebbe avuto per la scienza la legge di natura da lui scoperta, spinse Mendeleev a fare le sue coraggiose previsioni.

Nella sua opera « Principi di chimica », Mendeleev, parlando della legge periodica, indica la fonte della sua scoperta. Egli riconosce la grandissima importanza dell'influenza su di lui esercitata dai discorsi di Stanislao Cannizzaro durante il Congresso internazionale di Karlsruhe.

Nelle sue straordinarie lezioni Mendeleev dice: — Molti dei presenti probabilmente ricordano come, durante il congresso, si cercò di giungere ad un concordato e quanto terreno guadagnarono allora i seguaci della teoria unitaria, che aveva il suo eminente rappresentante in Stanislao Cannizzaro. Io ricordo vivamente l'impressione suscitata dai suoi discorsi, nei quali non vi erano compromessi, ma si udiva la più chiara interpretazione fino a quel momento udita delle teorie di Avogadro e di Gerhardt, quando esse non erano state ancora universalmente accettate. Sebbene non si giungesse ad un accordo, in seguito esso divenne una realtà, poiché non passarono molti anni e le idee di Cannizzaro apparvero le uniche capaci di sopportare la critica.

Nei suoi «Principi di chimica» Mendeleev ha più volte sottolineato l'eccezionale portata delle idee di Cannizzaro per il progresso della chimica e la formazione della sua teoria sulla legge periodica.

Sono particolarmente interessanti le dichiarazioni, raccolte dal figlio di Mendeleev :

— Io ritengo che l'anno 1860 ebbe importanza decisiva per lo sviluppo delle mie idee sulla legge periodica ed in particolare durante il congresso di chimica di Karlsruhe, al quale io presi parte, le idee espresse dal chimico italiano Stanislao Cannizzaro. Io lo considero come un mio precursore, poiché i pesi atomici da lui stabiliti mi hanno fornito il necessario punto di appoggio. Mi accorsi d'un tratto che le variazioni da lui proposte riunivano in un nuovo ordine la classificazione di Dumas, le vecchie regole di Dumas, e mi balenò dentro l'idea della possibile periodicità della proprietà degli elementi con l'aumento del peso atomico. Tuttavia mi colpirono alcune incongruità accettate per certi pesi atomici e mi convinsi che bisognava lavorare ancora in questa direzione.

Mendeleev e Cannizzaro sono due grandi figure nella storia della chimica. Essi non furono soltanto due contemporanei che professavano le stesse idee. La loro stessa educazione, il carattere della loro attività giovanile spiegano la loro particolare concezione del mondo. Entrambi gli scienziati furono anche degli insigni insegnanti. I «Principi di Chimica» di Mendeleev servirono come testo fondamentale per intere generazioni di studiosi di chimica sia in Russia che all'estero e servì anche da modello per numerosi altri testi di chimica. I discorsi di Cannizzaro e in particolare le sue ammirabili Lezioni, che vennero allora tradotte in russo, sono un mirabile esempio di opere pedagogiche scientifiche. I discorsi di Cannizzaro vennero studiati con grande interesse dai chimici russi e di tutto il mondo e i suoi principi messi in pratica.

Mendeleev e Cannizzaro erano legati da una grande amicizia. Essi mantennero una corrispondenza e si incontrarono spesso, scambiandosi i loro lavori scientifici. Nel museo dedicato a Mendeleev sono conservate numerose testimonianze di questa amicizia. In una raccolta di opere di Stanislao Cannizzaro, donata da lui a Mendeleev, si trova questa dedica : « Al mio carissimo amico Demetrio Mendeleev in ricordo di Stanislao Cannizzaro. Roma, 20 settembre 1904 ». Nell'archivio di Cannizzaro si conservano probabilmente le lettere di Mendeleev.

Noi vorremmo, per concludere, dire che le personalità di Mendeleev e Cannizzaro, i quali cento anni fa iniziarono una amichevole collaborazione scientifica tra gli studiosi russi e italiani, ci appaiono come un chiaro segno di una egualmente stretta amicizia tra gli scienziati sovietici e italiani nella comune attività per il progresso della scienza e il benessere dell'umanità.