LETTERA DEL PROF. STANISLAO CANNIZZARO AL PROF. *S. De Luca*; SUNTO DI UN CORSO DI FILOSOFIA CHIMICA, FATTO NELLA R. UNIVERSITA' DI GENOVA.

Io credo che i progressi della scienza, fatti in questi ultimi anni, abbiano confermato l'ipotesi di Avogadro, di Ampère e di Dumas sulla simile costituzione dei corpi allo stato aeriforme, cioè che volumi eguali di essi, sieno semplici, sieno composti, contengono l'egual numero di molecole; non però l' egual numero di atomi, potendo le molecole dei varii corpi o quelle dello stesso corpo nei varii suoi stati, contenere un vario numero di atomi, sia della medesima natura, sia di natura diversa.

Per condurre i miei allievi al medesimo convincimento che io ho, gli ho voluto porre sulla medesima strada per la quale io ci son giunto, cioè per l'esame storico delle teorie chimiche.

Incominciai dunque nella prima lezione a dimostrare come dall' esame delle proprietà fisiche dei corpi aeriformi e dalla legge di Gay-Lussac, sui rapporti di volume tra i componenti ed i composti, scaturì quasi spontanea l'ipotesi sopra ricordata, che fu la prima volta annunziata d' Avogadro e poco dopo d' Ampère. Analizzando il pensiero di questi due fisici, dimostrai che nulla contenea che fosse in contradizione coi fatti noti, purchè si distinguessero, come essi fecero, le molecole dagli atomi; purchè non si scambiassero i criterii coi quali si comparano il numero ed i pesi delle prime, coi criterii che servono a dedurre i pesi dei secondi; purchè infine non si avesse fitto nella mente il pregiudizio che mentre le molecole dei corpi composti possono esser fatte da vario numero di atomi, quelle dei varii corpi semplici dovessero contenere o tutte un atomo, o per lo meno un egual numero di essi.

Nella seconda lezione mi propongo indagare le cagioni

per cui questa ipotesi d'Avogadro e d'Ampère non fu immediatamente accettata dalla maggioranza dei chimici; per ciò espongo rapidamente i lavori e le idee di coloro che esaminarono i rapporti tra le quantità dei corpi che reagiscono, senza curarsi dei volumi da essi occupati allo stato aeriforme; e mi fermo ad esporre le idee di Berzelius, per l'influenza delle quali parve ai chimici sconveniente coi fatti l'ipotesi sopra citata.

Esaminando l'ordine delle idee di Berzelius, il quale da un lato sviluppava e compiva coll'ipotesi elettro-chimica la teoria dualistica di Lavoisier, e dall'altro, informato della teoria di Dalton avvalorata dagli esperimenti di Wollaston, durante che estendeva le leggi di Richter e tentava di conciliarle coi resultati di Proust, applicava questa teoria e la prendeva a guida nelle ulteriori sue ricerche ponendola di accordo colla teoria dualistica elettro-chimica; io fo scoprire chiaramente la ragione perchè egli fosse condotto ad ammettere che gli atomi, tali quali erano separati nei corpi semplici si riunissero per formare gli atomi di un composto di prim'ordine e questi, semplicemente riunendosi, formassero atomi composti di second'ordine, e perchè, non potendo ammettere che quando due corpi danno un composto unico, una molecola di uno e una molecola dell'altro, invece di riunirsi in una sola molecola, si mutano in due di egual natura, non potesse accettare la ipotesi di Avogadro e di Ampère, la quale conduceva in molti casi alla conclusione or indicata.

Seguo a dimostrare come Berzelius, non potendosi sottrarre alle proprie idee dualistiche, e pur volendo spiegare in qualche modo i rapporti semplici scoperti da Gay-Lussac tra i volumi dei composti e dei componenti aeriformi, fosse condotto ad emettere un'ipotesi diversissima da quella di Avogadro e di Ampère cioè, che volumi eguali dei corpi semplici allo stato aeriforme contengono egual numero d'atomi, i quali si riuniscono intatti nelle combinazioni; come più tardi, essendo state determinate le densità dei vapori di molti corpi semplici, avesse dovuto ristringere quest'ipotesi, dicendo che soltanto i corpi semplici che sono gas permanenti soddisfanno a questa legge; come, non credendo che

neppure gli atomi composti dello stesso ordine dovessero esser posti ad egual distanza nello stato aeriforme in eguali condizioni, fosse condotto a supporre che nelle molecole degli acidi cloridrico, iodidrico, bromidrico ed in quelle dell'acqua e dell'idrogeno solforato fosse contenuta la medesima quantità d'idrogeno, sebbene il vario modo di comportarsi di questi composti confermasse le deduzioni della ipotesi di Avogadro e di Ampère.

Chiudo questa lezione dimostrando che bastava distinguere gli atomi dalle molecole per conciliar tutti i risultati sperimentali conosciuti da Berzelius, senza ricorrere a questa differente costituzione dei gas permanenti e di quelli coercibili, dei gas semplici e di quelli composti, la quale è in contraddizione colle proprietà fisiche di tutti fluidi elastici.

Nella terza lezione passo in rassegna i varii studii dei fisici intorno ai corpi aeriformi e dimostro che tutti i nuovi studii, da Gay-Lussac a Clausius, confermano la ipotesi di Avogadro e di Ampère che le distanze delle molecole, sinchè durano allo stato aeriforme, non dipendono dalla loro natura, nè dalla loro massa, nè dal numero di atomi contenutivi, ma soltanto dalla temperatura in cui sono e dalla pressione che sopportano.

Nella quarta lezione passo in rassegna le teorie chimiche dopo Berzelius; mi fermo ad esaminare come Dumas inclinando alla idea di Ampère avesse lasciato nei chimici, che si occuparono di *corpi organici*, l'abitudine di applicare questa idea per determinare i pesi delle molecole dei composti; e quali siano state le ragioni che lo hanno fermato a mezza strada nella applicazione di questa teoria. Seguo ad esporre, come in seguito di ciò, due metodi diversi, l'uno di Berzelius, l'altro di Ampère e Dumas, fossero usati per determinare le formule nella chimica inorganica e nella organica; sino a Laurent e Gerhardt i quali cercarono di porre in armonia l'una e l'altra parte della scienza. Pongo in chiaro come le scoperte fatte da Gerhardt, da Williamson, da Hofmann, da Wurtz, da Berthelot, da Frankland, ec. ec. sulla costituzione dei composti organici confermano l'ipotesi di Avogadro e di Ampère, e che quella parte della teoria di

Gerhardt che meglio risponde ai fatti e meglio esprime il loro nesso, non è che la estensione della teoria di Ampère, cioè, la sua completa applicazione, già incominciata da Dumas.

Fo però notare come Gerhardt non fosse sempre conseguente alla teoria che gli avea dato risultamenti tanto fecondi; poichè ammise che non sempre, ma soltanto il più delle volte, volumi eguali dei corpi aeriformi contengono egual numero di molecole.

Dimostro com'egli fosse trascinato da un pregiudizio opposto a quello di Berzelius a torcere spesso i fatti; poichè mentre Berzelius non ammetteva che le molecole dei corpi semplici dovessero dividersi nell'atto di combinarsi, Gerhardt suppose che tutte le molecole dei corpi semplici fossero divisibili nelle azioni chimiche. Questo pregiudizio lo costrinse a supporre che la molecola di mercurio e di tutti i metalli fosse fatta di due atomi, come quella dell'idrogeno, e che perciò i composti di tutti i metalli fossero dello stesso tipo di quelli dell'idrogeno. Quest'errore dura tuttavia nella mente dei chimici ed ha loro impedito di scoprire tra i metalli l'esistenza di radicali biatomici perfettamente analoghi a quelli ultimamente scoperti da Wurtz nella chimica organica.

Dall'esame storico delle teorie chimiche, oltrechè dagli studii dei fisici, traggo la conclusione che per porre in armonia tutti i rami della chimica, è mestieri tornare ad applicare completamente la teoria di Avogadro e di Ampère per comparare i pesi delle molecole ed il loro numero; proponendomi in seguito di mostrare che le conclusioni che se ne ricavano sono sempre concordanti con tutte le leggi fisiche e chimiche sin'ora scoperte.

Incomincio nella quinta lezione ad applicare l'ipotesi di Avogadro e di Ampère per determinare i pesi delle molecole, prima anche che se ne conoscesse la composizione.

Stando alla ipotesi sopra citata, i pesi delle molecole sono proporzionali alle densità dei corpi nello stato aeriforme. Volendo che le densità dei vapori esprimano i pesi delle molecole, giova riferirle tutte alla densità di un gas semplice presa per unità, piuttosto che al peso di un miscuglio di due gas, come è l'aria.

Essendo l'idrogeno il gas il più leggiero, potrebbe prendersi come unità a cui riferire le densità degli altri corpi aeriformi, le quali in tal caso esprimono i pesi delle molecole, comparati al peso della molecola dell'idrogeno fatto = 1.

Siccome io preferisco prendere per unità comune ai pesi delle molecole e delle loro frazioni il peso non di una intera ma di mezza molecola d'idrogeno; così riferisco le densità dei varii corpi aeriformi a quella dell'idrogeno fatta = 2. Avendo le densità riferite nell'aria = 1, basta moltiplicarle per 14,438 per mutarle in quelle riferite a quella dell'idrogeno = 1; e per = 28,87 per aver quelle riferite alla densità dell'idrogeno = 2.

Scrivo le due serie di numeri esprimenti questi pesi nel modo seguente:

NOMI DEI CORPI	DENSITA' ossia pesi di un volume, fatto =1 quello di un volume d'idrogeno, ossia pesi delle molecole comparati al peso di una intera molecola d'idrogeno considerata come unità.	DENSITA' riferite a quella dell'idrogeno = 2, ossia pesi delle molecole comparati al peso della mezza molecola d'idrogeno preso per unità.
Idrogeno	1	2
Ossigeno ordinario . . .	16	32
Ossigeno elettrizzato . .	64	128
Solfo sotto 1000°	96	192
(1) Solfo sopra 1000 . .	32	64
Cloro	35,5	71
Bromo	80	160
Arsenico	150	300
Mercurio	100	200
Acqua	9	18
Acido cloridrico	18,25	36,50 (2)
Acido acetico.	30	60

(1) Questa determinazione è stata fatta da Bineau, ma credo richieda una conferma.

(2) I numeri esprimenti le densità, sono approssimativi; si giunge ad una approssimazione maggiore, confrontandoli con quelli dedotti dai dati chimici, e ponendoli d'accordo.

Chi volesse riferir le densità all'idrogeno = 1 ed i pesi delle molecole al peso di mezza molecola d'idrogeno, potrebbe dire che i pesi delle molecole sono tutti rappresentati dal peso di due volumi.

Io però per semplicità di esposizione preferisco riferir le densità a quella dell'idrogeno = 2 e così i pesi delle molecole son tutti rappresentati dai pesi di un volume.

Dai pochi esempi contenuti nella tavola dimostro che il medesimo corpo nei suoi varii stati allotropici può aver pesi molecolari diversi, non tacendo che i dati sperimentali, su cui ciò si fonda, richiedono ancora nuova conferma.

Suppongo che si sia incominciato lo studio dei varii corpi, determinando i pesi delle loro molecole, ossia le loro densità, allo stato aeriforme, senza curarsi neppur di conoscere se sieno semplici o composti.

Si viene in seguito all'esame della composizione di queste molecole. Se il corpo è indecomponibile, siamo costretti ad ammettere che la sua molecola è tutta fatta dal peso di una medesima qualità di materia. Se il corpo è composto, se ne fa l'analisi elementare, ossia si scoprono i rapporti costanti tra' pesi componenti; quindi si divide il peso della molecola in parti proporzionali ai numeri esprimenti i pesi relativi dei componenti, e così si hanno le quantità di loro contenute nella molecola del composto, riferite alla medesima unità alla quale sono riferiti i pesi di tutte le molecole. Con questo metodo fo il quadro seguente:

NOME DEL CORPO	PESO di un volume, ossia peso della molecola riferito al peso della mezza molecola di idrogeno = 1.	PESI componenti un volume, ossia pesi componenti la molecola, tutti riferiti al peso della mezza molecola d' idrogeno = 1.
Idrogeno	2	2 d' idrogeno.
Ossigeno ordinario . .	32	32 d'ossigeno.
Ossigeno elettrizzato .	128	128 d'ossigeno.
Solfo sotto 1000° . . .	192	192 di solfo.
Solfo sopra 1000° (?) .	64	64 di solfo.
Fosforo	124	124 di fosforo.
Cloro	71	71 di cloro
Bromo	160	160 di bromo.
Jodo	254	254 d'iodo.
Azoto	28	28 d'azoto.
Arsenico	300	300 d'arsenico.
Mercurio	200	200 di mercurio.
Acido cloridrico. . . .	36,5	35,5 di cloro 1 d'idrogeno.
Acido bromidrico . . .	81	80 bromo 1 »
Acido iodidrico	128	127 d'iodo 1 »
Acqua	18	16 d'ossigeno 2 »
Ammoniaca.	17	14 d'azoto 3 »
Idrogeno arsenicato. .	78	75 d'arsenico 3 »
Idrogeno fosforato . .	35	32 di fosforo 3 »
Calomelano	235,5	35,5 di cloro 200 di mercurio.
Sublimato	271	71 » 200 »
Cloruro d'arsenico . .	181,5	106,5 » 75 d'arsenico.
Protocloruro di fosforo	138,5	106,5 » 32 di fosforo.
Percloruro di ferro . .	325	213 » 112 di ferro.
Protossido d'azoto . .	44	16 d'ossigeno 28 d'azoto.
Biossido d'azoto	30	16 » 14 »
Ossido di carbonio . .	28	16 » 12 di carbonio.
Acido carbonico	44	32 » 12 »
Eterene	28	4 d'idrogeno 24 »
Propilene.	42	6 » 36 »
Acido acetico idrato .	60	4 » 32 d'ossig. 24 di carb.
Acido acetico anidro .	102	6 » 48 48
Alcool	46	6 » 16 24
Etere	74	10 » 16 48

Tutti i numeri contenuti nel quadro precedente sono comparabili tra di loro, essendo riferiti alla medesima unità. E per piantare ciò bene in mente ai miei allievi, ricorro ad un artificio semplicissimo, cioè dico loro: supponete che si dimostrasse che la mezza molecola dell'idrogeno pesasse un milionesimo di milligrammo, allora tutti i numeri del quadro precedente divengono numeri concreti, esprimendo in milionesimi di milligrammi i pesi concreti delle molecole e dei loro componenti; lo stesso seguirebbe se l'unità comune avesse un altro valore concreto, e così li conduco a farsi un concetto ben chiaro della comparabilità di questi numeri, qualunque sia il valore concreto dell'unità comune. Una volta che questo artificio ha servito al suo scopo, mi affretto a distruggerlo esponendo come non si può in realtà conoscere il valore concreto di questa unità; ma le idee chiare rimangono nelle menti degli allievi qualunque sia il loro grado di istruzione matematica. Fo presso a poco come gli ingegneri i quali distruggono le armature in legno che hanno servito a costruire i ponti, appena essi possono reggersi da loro stessi. Ma temo che tu dica: valeva poi la pena, ed il consumo di tempo e di inchiostro per narrarmi questo artificio tanto volgare? Son però costretto a dirti che mi ci son voluto fermare, perchè mi sono affezionato a questo ripiego pedagogico, avendo fatto tanto buon successo tra i miei allievi; perciò oso consigliarlo a tutti coloro i quali devono, come me, insegnare chimica a giovani non molto abituati nei paragoni di quantità.

Una volta che si è reso familiare ai giovani il valore dei numeri come sono disposti nel quadro precedente, è facile condurli a scoprire la legge che resulta dalla loro comparazione. Comparate, dico loro, le varie quantità dello stesso elemento, contenute sia nella molecola del corpo libero, sia in quelle di tutti i diversi suoi composti, e non vi potrà sfuggire la seguente legge: *le varie quantità dello stesso elemento contenute in diverse molecole son tutte multiple intere di una medesima quantità, la quale, entrando sempre intera, deve a ragione chiamarsi atomo.*

Difatto

Una molecola	di idrogeno libero	contiene	2	di idrog.	= 2×1
»	di acido cloridrico	»	1	»	= 1×1
»	di acido bromidrico	»	1	»	= 1×1
»	di acido iodidrico	»	1	»	= 1×1
»	di acido cianidrico	»	1	»	= 1×1
»	di acqua	»	2	»	= 2×1
»	di idrogeno solforato	»	2	»	= 2×1
»	di acido formico	»	2	»	= 2×1
»	di ammoniaca	»	3	»	= 3×1
»	di gas idrog. fosforato	»	3	»	= 3×1
»	di acido acetico	»	4	»	= 4×1
»	di eterene	»	4	»	= 4×1
»	di alcool	»	6	»	= 6×1
»	di etere	»	10	»	=10×1

Dunque tutti i varii pesi d'idrogeno contenuti nelle diverse molecole son tutti multipli interi di quello contenuto nella molecola di acido cloridrico; ciò giustifica averlo preso per unità comune dei pesi degli atomi e delle molecole. L'atomo d'idrogeno è contenuto due volte nella molecola di idrogeno libero.

Collo stesso modo si dimostra che le varie quantità di cloro esistenti in diverse molecole sono tutte multiple intere di quella contenuta nella molecola di acido cloridrico cioè di 35,5, e che le quantità di ossigeno esistenti nelle varie molecole son tutte multiple intere di quella contenuta nella molecola dell'acqua, cioè di 16, la qual quantità è metà di quella contenuta nella molecola di ossigeno libero, ed un ottavo di quella contenuta nella molecola dell'ossigeno elettrizzato (ozono).

Difatto

Una molecola	di ossigeno libero	contiene	32	di ossig.	=2×16
»	di ozono	»	128	»	=8×16
»	di acqua	»	16	»	=1×16
»	d'etere	»	16	»	=1×16
»	d'acido acetico	»	32	»	=2×16
»	ec. ec. ec.				

Una molecola di cloro libero contiene	71	di	cloro	$=2\times35,5$
» di acido cloridrico	» 35,5	»		$=1\times35,5$
» di sublimato corrosivo	» 71	»		$=2\times35,5$
» di cloruro d'arsenico	» 106,5	»		$=3\times35,5$
» di cloruro di stagno	» 142	»		$=4\times35,5$
» ec. ec. ec.				

In un modo simile si trova quella più piccola quantità di ciascun elemento che entra sempre intera nelle molecole che ne contengono, ed alla quale si dà con ragione il nome di atomo. Per trovare dunque il peso atomico di ciascun elemento, bisogna prima conoscere i pesi di tutte, o della maggior parte delle molecole ove è contenuto, e la composizione loro.

Se ad alcuno paresse troppo ipotetico il metodo di trovare i pesi delle molecole, compari allora la composizione di volumi eguali dei corpi nello stato aeriforme in eguali condizioni; non gli potrà sfuggire la seguente legge: *le varie quantità dello stesso elemento contenute in volumi eguali sia del corpo libero sia dei suoi composti son tutte multiple intere di una medesima quantità;* cioè ciascun elemento ha un valore numerico speciale per mezzo del quale e di coefficienti interi si può esprimere la composizione in peso di volumi eguali dei varii corpi ove esso è contenuto. Siccome poi tutte le reazioni chimiche si fanno o tra volumi eguali, o tra loro multipli interi, così per mezzo di questi stessi valori numerici e di coefficenti interi si possono esprimere tutte le reazioni chimiche. La legge enunciata nella forma or ora indicata è una diretta traduzione dei fatti; ma chi da questa medesima legge non è condotto ad ammettere che i pesi di volumi eguali rappresentano i pesi molecolari, quando anche altre prove mancassero? Per ciò io preferisco sostituire nell'espressione della legge la parola molecola a quella di volume. Ciò mi riesce vantaggioso per l'insegnamento, perocchè quando le densità dei vapori non possono determinarsi, si ricorre ad altri mezzi per dedurre i pesi delle molecole dei composti. Tutto il congegno del mio corso stà in ciò: provare l'esattezza di questi metodi, dimostrando che

conducono ai medesimi risultamenti delle densità dei vapori, quando possono essere nello stesso tempo adoperate queste due specie di metodi per determinare i pesi molecolari.

La legge sopra enunciata, da me detta legge degli atomi, contiene in sè quella delle proporzioni multiple e quella dei rapporti semplici tra i volumi; il che dimostro ampiamente nella mia lezione. Dopo ciò mi riesce facilissimo spiegare come, esprimendo con simboli i varii pesi atomici dei varii elementi, si possa esprimere con formule la composizione sia delle loro molecole, sia di quelle dei loro composti; e mi fermo alquanto a rendere ai miei allievi familiare la traduzione di volume gassoso in molecola, il primo esprimendo direttamente il fatto e la seconda interpretandolo. Sopra tutto mi studio di piantar bene nelle loro menti la differenza tra molecola ed atomo. Si può difatto conoscere il peso atomico di un elemento senza conoscere il peso della molecola di esso; ciò segue col carbonio. Un gran numero dei composti di questo corpo essendo volatili, si possono comparare i pesi delle loro molecole e la loro composizione, e si scopre che le quantità di carbonio contenutevi son tutte multiple intere di 12, la qual quantità è perciò l' atomo del carbonio espressa col simbolo C; ma non potendo determinare la densità del vapore del carbonio libero, non abbiamo alcun mezzo di conoscere il peso della sua molecola, e perciò non possiamo saper quante volte vi sia contenuto l'atomo. L'analogia non ci giova a nulla, perocchè noi osserviamo che le molecole dei corpi i più analoghi (come il solfo e l'ossigeno) anzi quella del medesimo corpo nei varii suoi stati allotropici son fatte di vario numero di atomi. Non abbiamo alcuno argomento per prevedere la densità del vapore di carbonio; la sola cosa che possiamo dire è che sarà o 12, o un multiplo intero di 12 (nel mio sistema di numeri). Il numero che si dà nei varii trattati di chimica, come densità teoretica del carbonio, è del tutto arbitrario, ed è un dato inutile nei calcoli chimici; è inutile per calcolare e verificare i pesi delle molecole dei varii composti di carbonio, perocchè il peso della molecola del carbonio libero può ignorarsi, conoscendo bene i pesi delle molecole di tutti i suoi

composti; è inutile per determinare il peso dell'atomo del carbonio, perocchè questo si deduce comparando la composizione di un certo numero di molecole composte di carbonio, e la conoscenza del peso della molecola di quest'ultimo aggiungerebbe appena un dato di più, oltre quelli che sono già sufficienti alla soluzione del quesito. Del che facilmente si convincerà chiunque dispone nel modo seguente i numeri esprimenti i pesi molecolari dedotti dalle densità e quelli dei componenti contenutivi.

NOMI DEI COMPOSTI DI CARBONIO	PESI delle molecole riferiti all'atomo d'idrogeno	PESI dei componenti le molecole riferiti al peso dell'atomo d'idrogeno preso per unità.	FORMULE, facendo H=1;C=12 O=16;S=32
Ossido di carbonio	28	12 Carbonio 16 Ossigeno	CO
Acido carbonico. .	44	12 » 32 »	CO^2
Solfuro di carbonio	76	12 » 64 Solfo	CS^2
Gas delle paludi. .	16	12 » 4 Idrogeno	CH^4
Eterene.	28	24 » 4 »	C^2H^4
Propilene.	42	36 » 6 «	C^3H^6
Etere	74	48 « 10 Idrog. 16 Ossig.	$C^4H^{10}O$
ec. ec.		ec. ec.	

Nella lista delle molecole contenenti carbonio potrebbe essere posta anche quella di carbonio libero, se fossene noto il peso; ma ciò non avrebbe un'utilità maggiore di quella che si ricaverebbe dallo scrivere nella lista un composto di carbonio di più; cioè, non farebbe che verificare sempre più che la quantità di carbonio contenuta in qualsiasi molecola sia del corpo semplice, sia dei suoi composti, è 12 o $n \times 12 = C^n$, essendo n un numero intero.

Discuto quindi se convenga meglio esprimere la composizione delle molecole dei composti in funzione delle molecole dei componenti o se invece convenga, come ho cominciato a fare, esprimere la composizione delle une e delle

altre per mezzo di quelle quantità costanti che entrano sempre in numero intero nelle une e nelle altre, ossia degli atomi. Così, a cagion d'esempio, conviene più indicare nella formula che una molecola di acido cloridrico contiene il peso di mezza di idrogeno e di mezza di cloro, oppure che essa contiene un atomo dell'uno ed un atomo dell'altro, avvertendo nello stesso tempo che le molecole di tutti e due questi corpi liberi son fatte di due atomi?

Nel caso si adottassero le formule fatte coi simboli indicanti le molecole dei corpi semplici, allora molti coefficienti di questi simboli sarebbero frazionarii, e la formula di un composto indicherebbe direttamente il rapporto tra i volumi occupati dai componenti e dal composto allo stato gassoso. Ciò fu proposto da Dumas nella sua classica memoria *sur quelques points de la Théorie atomique* (Annales de Chimie et de Physique Tom. 33, 1826).

Per discutere il quesito posto, do alle molecole dei corpi semplici simboli di un carettere diverso da quelli impiegati per rappresentare gli atomi, e così comparo le formule fatte con gli uni e con gli altri simboli.

ATOMI E MOLECOLE	SIMBOLI delle molecole dei corpi semplici, e formule fatte con questi simboli.	SIMBOLI degli atomi dei corpi semplici e formule delle molecole fatte con questi simboli.	Numeri esprimenti i loro pesi.
Atomo dell'idrogeno	$\mathfrak{H}_{\frac{1}{2}}^{1}$ =	H =	1
Molecola dell'idrogeno	$\mathfrak{H}$ =	H^2 =	2
Atomo dell'ossigeno.	$\mathfrak{O}_{\frac{1}{2}}^{1} = \mathfrak{O}_{2\frac{1}{8}}^{1}$ =	O =	16
Molecola dell'ossigeno ordinario	$\mathfrak{O}$ =	O^2 =	32
Molecola dell'ossigeno elettrizzato (ozono).	$\mathfrak{O}_{\mathfrak{z}}$ =	O^3 =	128
Atomo del solfo	$\mathfrak{S}_{\frac{1}{2}}^{1} = \mathfrak{S}\mathfrak{a}_{6}^{1}$ =	S =	32
Molecola del solfo sopra 1000° (Bineau).	$\mathfrak{S}$ =	S^2 =	64
Molecola del solfo sotto 1000° . .	$\mathfrak{S}\mathfrak{a}$ =	S^6 =	192
Molecola dell'acqua	$\mathfrak{H}\mathfrak{O}_{\frac{1}{2}}^{1} = \mathfrak{H}\mathfrak{O}_{\mathfrak{z}\frac{1}{8}}^{1}$ =	H^2O =	18
Molecola dell'idrogeno solforato	$\mathfrak{H}\mathfrak{S}_{\frac{1}{2}}^{1} = \mathfrak{H}\mathfrak{S}\mathfrak{a}_{6}^{1}$ =	H^2S =	34

Questi pochi esempi bastano per dimostrare gli inconvenienti che produrrebbero le formule indicanti la composizione delle molecole composte in funzione delle intere molecole componenti, i quali si riassumono nei seguenti:

1°. Non è possibile indovinare il peso delle molecole di molti corpi semplici, dei quali non può determinarsi la densità allo stato aeriforme.

2°. Se è vero che l'ossigeno ed il solfo hanno nei varii stati allotropici diverse densità, cioè, pesi molecolari diversi, allora i loro composti avrebbero due o più formule secondo che si riferissero le quantità dei componenti alle molecole degli uni o degli altri stati allotropici.

3°. Essendo le molecole dei corpi analoghi (come il solfo e l'ossigeno) fatte di vario numero d'atomi, le formule dei composti analoghi avrebbero formule dissimili. Indicando invece con gli atomi la composizione delle molecole si scopre che i corpi composti analoghi contengono nelle loro molecole un egual numero di atomi.

Egli è vero che, adoperando i simboli esprimenti i pesi delle molecole ossia di volumi eguali, nelle formule si leggono direttamente i rapporti tra i volumi dei componenti e quelli dei composti; ma questi rapporti sono anche indicati nelle formule esprimenti il numero d'atomi; basta rammentarsi se l'atomo rappresentato con un simbolo sia la intera molecola del corpo libero o una sua frazione, cioè, basta conoscere la formula atomica della molecola libera. Così, a cagion d'esempio, basta sapere che l'atomo dell'ossigeno O è metà della molecola dell'ossigeno ordinario, ed un ottavo della molecola dell'ossigeno elettrizzato per conoscere che il peso dell'atomo dell'ossigeno è rappresentato da $\frac{1}{2}$ volume dell'ossigeno libero e di $\frac{1}{8}$ dell'ossigeno elettrizzato. In somma è facile abituare gli allievi a considerare i pesi degli atomi rappresentati o da un intero volume o da una frazione di volume, secondo che l'atomo è eguale alla intera molecola o ad una frazione di essa. In questo sistema di formule quelle che rappresentano i pesi e la composizione delle molecole, sia dei corpi semplici che dei composti, rappresentano i pesi e la composizione di volumi gassosi eguali in eguali condizioni. L'atomo di ciascun corpo semplice è rappresentato da quella quantità di esso che entra costantemente intera in volumi eguali, sia del corpo libero, sia dei suoi composti; questa quantità può essere o tutta intera quella contenuta in un volume del corpo libero, o un sotto-multiplo intero di questa quantità.

Posta questa base della teoria atomica, incomincio nella seguente lezione 6ª. ad esaminare la costituzione delle molecole dei cloruri, bromuri, ioduri. Siccome la più gran parte di essi sono volatili e se ne conoscono le densità allo stato aeriforme, così non può rimanere alcun dubbio sul peso approssimativo delle loro molecole e perciò sulle quantità di cloro, bromo, o iodo contenutevi. Essendo tutte queste quantità sempre multiple intere dei pesi di cloro, bromo, iodo contenuti negli acidi cloridrico, bromidrico, iodidrico cioè dei pesi di mezze molecole; così non può restare alcun dubbio sui pesi atomici di questi corpi e perciò sul numero d'atomi esistenti nelle molecole dei loro composti, delle quali si conoscano i pesi e la composizione.

La difficoltà nasce, qualche volta, nel decidere se la quantità dell'altro elemento combinato ad uno di questi corpi alogeni in una molecola sia 1, 2, 3, o n atomi; per decider ciò bisogna comparare la composizione di tutte le altre molecole contenenti lo stesso elemento e scoprire il peso di esso che entra costantemente intero. Quando degli altri composti dell'elemento di cui si vuol determinare il peso atomico non si possono determinare le densità di vapore, allora bisogna ricorrere ad altri criterii per conoscere i pesi delle loro molecole e per dedurre i pesi dell'atomo dell'elemento. Ciò che vengo esponendo in seguito serve ad insegnare ai miei allievi il metodo di impiegare questi altri criterii per verificare o determinare i pesi atomici e la composizione delle molecole. Incomincio a sottoporre allo studio la seguente tavola di alcuni cloruri, bromuri e ioduri, dei quali si conosce la densità di vapore; scrivo le loro formule, salvo a giustificare più tardi il valore assegnato ai pesi atomici di alcuni corpi semplici esistenti nei composti indicati. Non lascio di avvertire ancor una volta che i pesi atomici dell'idrogeno, del cloro, bromo e iodo sono tutti eguali ai pesi di mezze molecole cioè, sono rappresentati dal peso di mezzo volume, la qual cosa indico nel quadro seguente:

	SIMBOLO	PESI
Peso dell'atomo dell'idrogeno ossia di mezza molecola rappresentato dal peso di $^1/_2$ volume	H	1
Peso dell'atomo del cloro ossia di $^1/_2$ molecola rappresentato dal peso di $^1/_2$ volume	Cl	35,5
Peso dell'atomo del bromo ossia di $^1/_2$ molecola rappresentato dal peso di $^1/_2$ volume	Br	80
Peso dell'atomo dell'iodo ossia di $^1/_2$ molecola rappresentato dal peso di $^1/_2$ volume	I	127

Posti questi dati, ecco la tavola di alcuni composti dei corpi alogeni:

NOMI DEI CLORURI	PESI di volumi eguali allo stato gassoso in eguali condiz. riferiti al peso di $^1/_2$ volume d'idrog. = 1; ossia pesi delle molec. riferiti al peso dell'atomo d'idrogeno = 1.	COMPOSIZIONE DI VOLUMI eguali allo stato gassoso in eguali condizioni; Ossia composizione delle molecole; essendo i pesi dei componenti riferiti tutti al peso dell'atomo d'idrogeno preso per unità; cioè all'unità comune adottata pei pesi degli atomi e delle molecole.	FORMULE esprimenti la composizione delle molecole; ossia di volumi eguali allo stato gassoso in eguali condizioni
Cloro libero	71	71 di cloro	Cl^2
Acido cloridrico . . .	36,5	35,5 » 1 di idrogeno	HCl
Protocloruro di mercurio ossia calomelano.	235,5	35,5 » 200 di mercurio	HgCl
Deutocloruro di mercurio ossia sublimato corrosivo. . . .	271	71 » 200 »	$HgCl^2$
Cloruro di etile. . .	64,5	35,5 « 5 d'idrog. 24 carb.	C^2H^5Cl
Cloruro di acetile . .	78,5	35,5 » 3 d'idrog. | 24 carbon. | 16 ossig.	C^2H^3OCl
Cloruro di eterene .	99	71 » 4 » 24 carbonio	$C^2H^4Cl^2$
Cloruro di arsenico	181,5	106,5 » 75 d'arsenico	$AsCl^5$
Protocloruro di fosf.	158,5	106,5 » 52 di fosforo	$PhCl^5$
Cloruro di boro . . .	117,5	106,5 » 11 di boro	$BoCl^5$
Deutoclor. di stagno	259,6	142 »117,6 di stagno	$SnCl^4$
Deutoclor. di titanio	198	142 » 56 di titanio	$TiCl^4$
Cloruro di silicio . .	170	142 » 28 di silicio	$SiCl^4$
Cloruro di zirconio .	231	142 » 89 di zirconio	$ZrCl^4$
Cloruro di alluminio	267	213 « 54 di alluminio	Al^2Cl^6
Percloruro di ferro .	325	213 » 112 di ferro	Fe^2Cl^6
Sesquiclor. di cromo	319	213 » 106 di cromo	Cr^2Cl^6

Mi fermo ad esaminare la composizione delle molecole dei due cloruri e dei due ioduri di mercurio; non può rimaner dubbio che il protocloruro contiene nella sua molecola la stessa quantità di cloro che l'acido cloridrico, che il deutocloruro ne contiene il doppio e che le quantità di mercurio contenute nel-

le molecole dell'uno e dell'altro sono eguali. La supposizione fatta da alcuni Chimici che le quantità di cloro contenute nelle due molecole fossero eguali e differissero invece le quantità di mercurio, non riposa sopra alcuna ragione. Essendosi determinate le densità dei vapori dei due cloruri ed essendosi osservato che volumi eguali di loro contengono eguali quantità di mercurio, e che la quantità del cloro contenuta in un volume del vapore di calomelano è eguale a quella contenuta in un egual volume di gas acido cloridrico in eguali condizioni, mentrechè la quantità di cloro contenuta in un volume di sublimato è doppia di quella contenuta in un egual volume sia di calomelano, sia di gas acido-cloridrico, non può porsi più in dubbio la relativa composizione molecolare dei due cloruri. Lo stesso deve dirsi dei due ioduri. La costante quantità di mercurio esistente nelle varie molecole di questi composti rappresentata dal numero 200, è essa uno o più atomi? L'osservare che nei composti surriferiti la medesima quantità di mercurio è combinata ad uno o a due atomi di cloro o di iodo, farebbe già inclinare a credere che questa quantità fosse quella che entra sempre intera in tutte le molecole contenenti mercurio cioè, l'atomo; allora Hg = 200.

Per verificare ciò bisognerebbe comparare le varie quantità di mercurio, contenute in tutte le molecole dei suoi composti, delle quali si possa con certezza conoscere i pesi e le composizioni. Pochi altri composti di mercurio, oltre questi sopra indicati, si prestano a ciò; pur ve ne sono alcuni in chimica organica le cui formule esprimono bene la composizione molecolare; in queste formule si trova sempre $Hg^2 = 200$ avendo i Chimici fatto Hg = 100, essendo H = 1. Ciò conferma che l'atomo di mercurio è 200 e non 100, non esistendo composto di mercurio, la cui molecola contenga meno di tale quantità di questo corpo. Per verificare ciò ricorro alla legge dei calorici specifici dei corpi semplici e dei composti.

Chiamo quantità di calore consumata dagli atomi o dalle molecole il prodotto dei loro pesi pei calorici specifici. Comparo il calorico consumato dall'atomo di mercurio con quello consumato dagli atomi di iodo e di bromo nello stesso stato fisico, e trovandolo quasi eguale, ciò conferma l'esattezza del rap-

porto tra il peso atomico del mercurio e quello di ciascuno dei due corpi alogeni, e perciò anche indirettamente tra il peso atomico di mercurio e quello di idrogeno, dei quali non possono compararsi i calorici specifici. Difatto:

NOMI DEI CORPI	PESI ATOMICI	CALORICI SPECIFICI ossia calori impiegati dalla unità di peso per scaldarsi di 1°.	PRODOTTI di calorici specifici pei pesi atomici, ossia calori consumati dagli atomi per scaldarsi di 1°.
Bromo solido .	80	0,08452	6,74560
Jodo.	127	0,05412	6,87524
Mercurio solido	200	0,03241	6,48200

La medesima cosa si dimostra comparando i calorici specifici dei varii composti di mercurio. Woestyn e Garnier hanno dimostrato che lo stato di combinazione non muta notevolmente la capacità calorifica degli atomi; e siccome questa è quasi eguale nei varii corpi semplici, così le molecole per scaldarsi di 1° richiederanno quantità di calore proporzionali al numero di atomi che contengono. Se Hg = 200 cioè, se le formule dei due cloruri e ioduri di mercurio sono HgCl, HgI, $HgCl^2$, HgI^2 bisognerà che le molecole dei primi due consumassero il doppio di calore che ogni atomo solo, e quelle dei secondi tre volte; e ciò segue difatto, come si può osservare nel seguente quadro:

FORMULE dei composti di mercurio	PESI delle loro molecole $= p$	CALORICI SPECIFICI dell'unità di peso $= c$	CALORICI SPECIFICI delle molecole $= p \times c$	NUMERI di atomi nelle molecole $= n$	CALORICI SPECIFICI di ciascun atomo $= \frac{p \times c}{n}$
Hg Cl	235,5	0,05205	12,257745	2	6,128872
Hg I	327	0,03949	12,91523	2	6,45661
$Hg Cl^2$	271	0,06839	18,66919	3	6,22306
$Hg I^2$	454	0,04197	19,05438	3	6,35146

Dunque il peso 200 di mercurio sia nel corpo libero, sia nei suoi composti richiede per scaldarsi di 1° la medesima quantità di calore che 127 di iodo, 80 di bromo, e certamente che 35,5 di cloro ed 1 di idrogeno, se fosse possibile comparare questi due ultimi corpi nello stesso stato fisico, nel quale sono stati comparati i calorici specifici dei corpi suddetti.

Ma gli atomi di idrogeno, d'iodo e di bromo sono metà delle loro respettive molecole; vien perciò naturale il dimandare se il peso 200 di mercurio corrisponda anche a mezza molecola di mercurio libero. Basta guardare la tavola dei numeri esprimenti i pesi delle molecole per avvedersi che, essendo 2 il peso della molecola di idrogeno, quella di mercurio è 200, cioè eguale al peso dell'atomo. In altri termini un volume di vapore, sia di protocloruro o protoioduro, sia di deutocloruro e deutoioduro, contiene un volume eguale di vapore di mercurio; dunque ogni molecola di questi composti contiene una molecola intera di mercurio, la quale entrando sempre intera in tutte le molecole, è l'atomo di questo corpo. Il che viene confermato, osservando che la intera molecola di mercurio richiede, per scaldarsi di 1°, la stessa quantità di calore che mezza molecola d'iodo e mezza di bromo. Parmi dunque che io possa sostenere che ciò che è nelle azioni chimiche, la mezza molecola dell'idrogeno è la intera molecola di mercurio: tutte e due queste quantità sono indivisibili almeno *nella sfera delle azioni chimiche attualmente note*. Tu ti accorgi bene che con quest'ultima espressione io scanso la quistione: se si possa giungere a dividere ulteriormente questa quantità. Non lascio di avvertire che tutti coloro che applicarono fedelmente la teoria di Avogadro e di Ampère giunsero a questo medesimo risultamento. Prima Dumas e quindi Gaudin avvertirono che la molecola di mercurio, a differenza di quella di idrogeno, entrava sempre intera nei composti. Perciò Gaudin disse monoatomica la molecola di mercurio, e biatomica quella dell'idrogeno. Io però debbo evitare l'uso di questi aggettivi in questo senso tanto proprio, perchè oggi sono stati impiegati, come tu sai, in un senso ben diverso, cioè per indicare la diversa capacità di saturazione dei radicali.

Dimostrate le formule dei due cloruri di mercurio, mi fer-

mo a compararle con quella dell'acido cloridrico. Le formule atomiche ci indicano che la costituzione del protocloruro è simile a quella dell'acido cloridrico, se si considerano i numeri d'atomi esistenti nelle molecole dei due; se però si comparano le quantità dei componenti a quelle esistenti nelle loro molecole libere, allora si scorge una differenza. Per mettere ciò in evidenza, pongo in confronto le formule atomiche delle varie molecole in esame, con le formule fatte coi simboli esprimenti i pesi delle molecole intere, disponendole nel modo che tu vedi qui sotto.

	SIMBOLI delle molecole dei corpi semplici e formule dei loro composti fatte con questi simboli, ossia simb. e form. rappresentanti i pesi di volumi eguali allo stato gassoso		SIMBOLI degli atomi de'corpi semplici, e formule dei composti fatte con questi simboli		Num. esprimenti i pesi corrispond.
Atomo dell'idrogeno	$\mathfrak{H}_{\frac{1}{2}}$	=	H	=	1
Molecola dell'idrogeno	$\mathfrak{H}$	=	H^2	=	2
Atomo del cloro	$\mathfrak{Cl}_{\frac{1}{2}}$	=	Cl	=	35,5
Molecola del cloro	$\mathfrak{Cl}$	=	Cl^2	=	71
Atomo del bromo.	$\mathfrak{Br}_{\frac{1}{2}}$	=	Br	=	80
Molecola del bromo	$\mathfrak{Br}$	=	Br^2	=	160
Atomo dell'iodo.	$\mathfrak{I}_{\frac{1}{2}}$	=	I	=	127
Molecola dell'iodo	$\mathfrak{I}$	=	I^2	=	254
Atomo del mercurio	$\mathfrak{Hg}$	=	Hg	=	200
Molecola del mercurio.	$\mathfrak{Hg}$	=	Hg	=	200
Molecola dell'acido cloridrico.	$\mathfrak{H}_{\frac{1}{2}}\mathfrak{Cl}_{\frac{1}{2}}$	=	HCl	=	36,5
Molecola dell'acido bromidrico	$\mathfrak{H}_{\frac{1}{2}}\mathfrak{Br}_{\frac{1}{2}}$	=	HBr	=	81
Molecola dell'acido iodidrico .	$\mathfrak{H}_{\frac{1}{2}}\mathfrak{I}_{\frac{1}{2}}$	=	HI	=	128
Mol. del protoclor. di mercurio	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{Cl}_{\frac{1}{2}}$	=	HgCl	=	235,5
Mol. del protobrom. di mercur.	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{Br}_{\frac{1}{2}}$	=	HgBr	=	280
Mol. del protoioduro di mercur.	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{I}_{\frac{1}{2}}$	=	HgI	=	327
Mol. del deutocloruro di merc.	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{Cl}$	=	$HgCl^2$	=	271
Mol. del deutobromuro di merc.	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{Br}$	=	$HgBr^2$	=	360
Mol. del deutoioduro di merc.	$\mathfrak{Hg}\mathfrak{I}$	=	HgI^2	=	454

Il confronto di queste formule conferma sempre più la preferenza che bisogna accordare alle formule atomiche. Esse indicano anche bene i rapporti tra i volumi gassosi; basta rammentarsi che mentre gli atomi del cloro, bromo, iodo, dell'idrogeno sono rappresentati dal peso di $\frac{1}{2}$ volume, l'atomo del mercurio è rappresentato dal peso di uno intero.

Vengo dopo all'esame dei due cloruri di rame. L'analogia con quelli di mercurio ci spinge ad ammettere che essi abbiano una costituzione atomica simile, ma non possiamo verificare ciò direttamente, determinando e comparando i pesi e le composizioni delle molecole, non conoscendo le densità di vapori di questi due composti.

Il calorico specifico del rame libero e dei suoi composti conferma la costituzione atomica dei due cloruri di rame dedotta dalla analogia con quelli di mercurio. Difatto la composizione dei due cloruri ci conduce ad ammettere che se essi han le formule $CuCl$, $CuCl^2$, il peso atomico del rame indicato da Cu è eguale a 63, ciò che può vedersi colle seguenti proporzioni:

	RAPPORTO tra i componenti espresso con numeri la cui somma è = 100	RAPPORTO tra i componenti espresso coi pesi atomici
Protocloruro di rame.	56,04 : 65,96 cloro rame	35,5 : 63 Cl Cu
Deutocloruro di rame .	52,98 : 47,02 cloro rame	71 : 63 Cl^2 Cu

Or 63 moltiplicato per il calorico specifico del rame dà un prodotto quasi eguale a quello che dà il peso atomico sia dell'iodo, sia del mercurio pei loro rispettivi calorici specifici. Difatto

$$\underset{\text{peso atomico del rame}}{63} \times \underset{\text{calorico specif. del rame}}{0{,}09515} = 6.$$

La stessa quantità di calore richiede per scaldarsi di 1° il peso di 63 di rame nelle combinazioni. Difatto

FORMULE dei composti di rame	PESI delle loro molecole $= p$	CALORICI SPECIFICI dell' unità di peso $= e$	CALORICI SPECIFICI delle molecole $= p \times e$	NUMERI di atomi nelle molecole $= n$	CALORICI SPECIFICI di ciascun atomo $= \frac{p \times e}{n}$
CuCl	98,5	0,13827	13,619595	2	6,809797
Cu I	190	0,06869	14,0511	2	7,0255

Dopo ciò vien la dimanda, se questa quantità di rame che entra intera nei composti, mantenendo la capacità calorifica di tutti gli atomi, sia un' intera molecola o un sottomultiplo intero di esso. L'analogia dei composti di rame con quelli di mercurio ci farebbe inclinare a credere, che l'atomo di rame sia un'intera molecola. Ma non avendo altra prova per confermare ciò, io preferisco dichiarare che non vi ha mezzo di conoscere il peso della molecola del rame libero, sinchè non si possa determinare la densità del vapore di questo corpo.

Passo quindi ad esaminare la costituzione dei cloruri, bromuri e ioduri di potassio, sodio, litio ed argento. Ciascuno di questi metalli non fa con ciascuno dei corpi alogeni che un sol composto ben caratterizzato e definito; di nessuno di questi composti si conosce la densità di vapore; ci manca dunque il mezzo diretto di scoprire se nelle loro molecole vi sia 1, 2, o più atomi di corpi alogeni. Ma le loro analogie col protocloruro di mercurio Hg Cl e col protocloruro di rame Cu Cl, i calorici specifici dei metalli liberi e dei loro composti, ci fanno ammettere nelle molecole di ciascuno di questi composti un atomo di metallo ed uno di corpo alogeno. Secondo questa supposizione il peso atomico del potassio K = 39, quello del sodio Na = 23, quella dell' argento Ag = 108, questi numeri moltiplicati pei rispettivi calorici specifici danno lo stesso prodotto che i pesi atomici dei corpi precedentemente esaminati.

NOMI DEI CORPI	PESI atomici $= p$	CALORICI SPECIFICI dell'unità di peso $= C$	CALORICI SPECIFICI degli atomi $= p \times c$
Bromo solido	80	0,08432	6,74560
Jodo	127	0,05412	6,87524
Mercurio solido	200	0.05241	6,48200
Rame	63	0,09515	6
Potassio	39	0,169556	6,612684
Sodio	23	0,2934	6,7482
Argento	108	0,05701	6,15708

Oltre a ciò i calorici specifici, de' cloruri, bromuri, ioduri di questi metalli confermano che le loro molecole contengono un numero eguale di atomi dei due componenti. Difatto:

FORMULE e nomi dei composti	PESI delleloro molecole $= p$	CALORICI SPECIFICI dell'unità di peso $= c$	CALORICI SPECIFICI delle molecole $= p \times c$	NUMERO di atomi delle molecole $= n$	CALORICI SPECIFICI di ciascun atomo $= \frac{p \times n}{n}$
KCl Cloruro di potassio	74,5	0,17295	12,884775	2	6,442587
NaCl Clorur. di sodio	58,5	0,21401	12,519585	2	6,259792
AgCl Clor. d'argento	143,5	0,09109	13,071415	2	6,535707
KBr Bromuro di potassio	119	0,11321	13,47318	2	6,73659
NaBr Brom. di sodio	10	0,13842	14,25726	2	7,12865
AgBr Brom. d'argen	188	0,07391	13,89508	2	6,94754
KI Joduro di potassio	166	0,08191	13,59706	2	6,79853
NaI Jodur. di sodio	150	0,08684	13,0260	2	6,5130
AgI Jod. d'argento	235	0,06159	14,47365	2	7,23682

Gli atomi di potassio, sodio, litio ed argento son essi eguali a $\frac{1}{2}$ molecola come quello dell'idrogeno, oppure eguale ad un'intera come l'atomo di mercurio? Mancandoci le densità dei vapori di questi corpi semplici non possiamo risolvere direttamente la questione, ti dirò più tardi alcune ragioni che mi fecero inclinare a credere esser le molecole di questi corpi semplici, come quella dell'idrogeno, fatte da due atomi.

L'oro fa con ciascuno dei corpi alogeni due composti: dimostro che il primo cloruro è analogo al calomelano, cioè, che ha per formula AuCl. Difatto il peso atomico dell'oro, dedotto dalla composizione del protocloruro, al quale si dà questa formula, corrisponde alla legge dei calorici specifici, come può osservarsi da ciò che segue:

$$\underset{\text{Au}}{196{,}32} \times \underset{\substack{\text{calor. specifico}\\ \text{dell'oro}}}{0{,}03244} = 6{,}3696208$$

Dimostro in seguito che i primi o unici cloruri dei seguenti metalli hanno una costituzione simile al deutocloruro di mercurio e di quello di rame, cioè, contengono per un atomo di metallo due di cloro.

Non conoscendo le densità allo stato gassoso di questi primi o unici cloruri, non si può direttamente dimostrare la quantità di cloro esistente nelle loro molecole, però i calorici specifici di questi metalli liberi e dei loro composti dimostrano ciò che ho sopra detto. Scrivo difatti le quantità di questi varii metalli combinati al peso di due atomi di cloro nei primi o unici cloruri e verifico in queste quantità le proprietà degli altri atomi; scrivo le formule dei primi cloruri, bromuri, e ioduri tutte MCl^x e verifico che corrispondono alla legge dei calorici specifici dei corpi composti.

NOMI DEI CORPI	SIMBOLI E PESI degli atomi	CALORICI SPECIFICI dell' unità di peso	CALORICI SPECIFICI degli atomi
Jodo	I = 127	0,05412	6,87524
Mercurio solido	Hg = 200	0,05241	6,48200
Rame	Cu = 63	0,09515	6
Zinco	Zn = 66	0,09555	6,30630
Piombo	Pb = 207	0,0514	6,4998
Ferro	Fe = 56	0,11379	6,37224
Manganese	Mn = 55	0,1181	6,4955
Stagno	Sn = 117,6	0,05623	6,612648
Platino.	Pt = 197	0,05245	6,38871
Calcio	Ca = 40		
Magnesio	Mg = 24		
Bario.	Ba = 137		

FORMULE dei composti	PESI delle loro molecole $= p$	CALORICI SPECIFICI dell'unità di peso $= c$	CALORICI SPECIFICI delle molecole $= p \times c$	NUMERI di atomi nelle molecole $= n$	CALORICI SPECIFICI di ciascun atomo $= \frac{p \times c}{n}$
$HgCl^2$	271	0,06889	18,66919	3	6,22306
$ZnCl^2$	134	0,13618	18,65666	3	6,21888
$SnCl^2$	188,6	0,10161	19,165646	3	6,387882
$MnCl^2$	126	0,14255	17,96130	3	5,98710
$PbCl^2$	278	0,06641	18,46198	3	6,15399
$MgCl^2$	95	0,1946	18,4870	3	6,1625
$CaCl^2$	111	0,1642	18,2262	3	6,0754
$BaCl^2$	208	0,08957	18,63056	3	6,21018
HgI^2	454	0,04197	19,05438	3	6,35146
PbI^2	461	0,04267	19,67087	3	6,55695

Alcuni dei metalli sopra indicati fanno altri composti col cloro, col bromo e coll'iodo, delle cui molecole si possono determinare i pesi e compararne la composizione; in tali casi si confermano i valori trovati pei pesi atomici. Difatti, a cagion-

d'esempio, una molecola di percloruro di stagno pesa 259,6 e contiene 117,6 di stagno (= Su) e 142 di cloro (= Cl^4). Una molecola di percloruro di ferro pesa 325 e contiene 112 di ferro (= Fe^2) e 213 di cloro (= Cl^6).

Per lo zinco vi sono alcuni composti volatili che confermano il peso atomico da me fissato. I Chimici, avendo creduto il cloruro di zinco dello stesso tipo dell'acido cloridrico, fecero l'atomo dello zinco Zn = 33, cioè metà di quello adottato da me; avendo poi preparato alcuni composti di zinco coi radicali alcoolici si meravigliarono che, esprimendone la composizione con formule corrispondenti a volumi gassosi eguali a quelli di altri composti ben studiati, bisognava esprimere la quantità di zinco contenuta nelle molecole con Zn^2. Ciò è una conseguenza necessaria dell'essere la quantità di zinco rappresentata dagli altri Chimici con Zn^2 un solo ed unico atomo, il quale equivale per la sua capacità di saturazione a due atomi d'idrogeno. Siccome nel seguito di mie lezioni torno su questo argomento, così anche in questo sunto te ne parlerò più tardi.

Gli atomi di tutti questi metalli sono essi eguali alle loro molecole o ad un sotto-multiplo intero di essi? Ti dirò più avanti quelle ragioni che mi fanno creder probabile esser le molecole di questi metalli simili a quella di mercurio; ma ti avverto sin d'ora che non credo le mie ragioni di un tal valore da condurre a quella certezza, a cui ci condurrebbero le densità dei loro vapori se le conoscessimo.

Riepilogando ciò che dimostro nella lezione di cui ti fo il sunto, si riduce a ciò che segue: non tutti i primi cloruri corrispondenti agli ossidi ad un atomo d'ossigeno hanno la medesima costituzione atomica; alcuni di loro contengono un solo atomo di cloro, altri due, il che può osservarsi nelle liste seguenti:

HCl	HgCl	CuCl	KCl	NaCl	LiCl	AgCl	AuCl
Acido cloridrico	Protocloruro di mercurio	Protocloruro di rame	Cloruro di potassio	Cloruro di sodio	Cloruro di litio	Cloruro di argento	Protocloruro d'oro

$HgCl^2$	$CuCl^2$	$ZnCl^2$	$PbCl^2$	$CaCl^2$	$SnCl^2$	$PtCl^2$	ec. ec.
Deutocloruro di mercurio	Deutocloruro di rame	Cloruro di zinco	Cloruro di piombo	Cloruro di calcio	Protocloruro di stagno	Protocloruro di platino	

Regnault, avendo determinato i calorici specifici dei metalli e di molti loro composti, si era già accorto che bisognava modificare i pesi atomici loro attribuiti, cioè, divider per 2 quelli del potassio, sodio ed argento, lasciando intatti gli altri, o viceversa, moltiplicare quest' ultimi per due, lasciando intatti quelli del potassio, del sodio, dell'argento e dell'idrogeno. Da ciò ricavò la conseguenza che i cloruri di potassio, sodio ed argento sono analoghi al calomelano (o protocloruro di mercurio) ed al protocloruro di rame: quelli invece di zinco, di piombo, di calcio ec. ec. analoghi al sublimato ed al deutocloruro di rame; ma egli suppose che le molecole del calomelano e dei cloruri analoghi contenessero tutte 2 atomi di metallo e 2 di cloro, mentrechè le molecole del sublimato e degli altri cloruri analoghi contenessero 1 atomo di metallo e 2 di cloro. Ecco la lista delle formule proposte da Regnault.

H^2Cl^2	Hg^2Cl^2	Cu^2Cl^2	K^2Cl^2	Na^2Cl^2	Li^2Cl^2	Ag^2Cl^2	Au^2Cl^2
Acido cloridrico	Protocloruro di mercurio	Protocloruro di rame	Cloruro di potassio	Cloruro di sodio	Cloruro di litio	Cloruro d' argento	Protocloruro d'oro

$HgCl^2$	$CuCl^2$	$ZnCl^2$	$PbCl^2$	$CaCl^2$	ec. ec.
Deutocloruro di mercurio	Deutocloruro di rame	Cloruro di zinco	Cloruro di piombo	Cloruro di calcio	

In verità, stando ai soli dati dei calorici specifici, non si può decidere se le molecole dei cloruri scritti nella prima linea orizzontale sieno MCl o M^2Cl^2; la sola cosa che si può dire è che contengono un numero eguale d'atomi di metallo e di cloro. Ma conoscendo le densità allo stato gassoso dell'acido cloridrico e dei due cloruri di mercurio, e perciò i pesi delle loro molecole, possiamo compararne la composizione e decidere la quistione; e ti ho già esposto come dimostro ai miei allievi che le molecole dei due cloruri di mercurio contengono l'egual peso di mercurio, e quella di una di essi la stessa quantità di cloro che l'acido cloridrico, cioè, $\frac{1}{2}$ molecola del cloro libero, mentrechè la molecola dell'altro cloruro ne contiene il doppio. Ciò dimostra con certezza che le due formule Hg^2Cl^2, $HgCl^2$ sono inesatte, perchè indicano che nelle molecole dei due cloruri vi sia la medesima quantità di cloro, e quantità varie di

mercurio, il che è precisamente l'opposto di ciò che dimostrano le densità dei vapori. Le formule da me proposte conciliano i risultati forniti dai calorici specifici e dalle densità gassose.

Or voglio fermar la tua attenzione su di una inconseguenza di Gerhardt. Dalla teoria di Avogadro, Ampère e Dumas, cioè dalla comparazione delle densità gassose come rappresentanti i pesi molecolari, Gerhardt trasse gli argomenti per sostenere che gli atomi di idrogeno, di cloro e di ossigeno sieno mezze molecole; che la molecola dell'acqua contenesse il doppio di idrogeno di quella dell'acido cloridrico, che nella molecola di etere vi fosse il doppio di radicale etile che in quella di alcool, e che per formare una molecola di acido monobasico anidro vi concorressero due di acido idrato; eppure Gerhardt non estese a tutta la chimica la teoria di Ampère ed arbitrariamente, in opposizione ai dettami di essa, ammise che le molecole del cloruro di potassio, del deutocloruro di mercurio, insomma di tutti i cloruri, corrispondenti ai protossidi, avessero tutte la medesima costituzione atomica dell'acido cloridrico, e che gli atomi di tutti i metalli fossero, come quello dell'idrogeno, un sotto-multiplo intero della molecola.

Ti ho già esposto le ragioni che dimostrano il contrario.

Dopo aver dimostrato la costituzione dei cloruri corrispondenti agli ossidi, contenenti un atomo di ossigeno, rimandando ad un'altra lezione lo studio degli altri cloruri, mi fermo a definire ciò che io intendo per capacità di saturazione dei varii radicali metallici.

Comparando la costituzione delle due specie di cloruri, si osserva che un atomo di metallo or è combinato ad un atomo di cloro, or a due; esprimo ciò dicendo che nel primo caso l'atomo del metallo equivale ad 1 di idrogeno, nel secondo a 2. Così, a cagione di esempio, l'atomo di mercurio, come è nel calomelano, equivale ad 1 d'idrogeno, come è nel sublimato, equivale a 2; gli atomi di potassio, sodio, argento equivalgono ad 1 di idrogeno, gli atomi di zinco, di piombo, di magnesio, di calcio ec. a 2. Or si osserva dallo studio di tutte le reazioni chimiche che il vario numero di atomi dei varii corpi che si combinano ad una medesima quantità di cloro, si com-

binano altresì ad una medesima quantità sia di ossigeno, sia di solfo, sia di altro corpo, e viceversa. Così se, a cagione di esempio, la medesima quantità di cloro che si combina ad un sol atomo sia di zinco, sia di piombo, sia di calcio ec. si combina a due atomi sia di idrogeno, sia di potassio, sia di argento, anche la stessa quantità di ossigeno o di qualsiasi altro corpo che si combina ad un sol atomo dei primi, si combinerà a due dei secondi. Ciò dimostra che la proprietà che hanno i primi atomi di equivalere a 2 dei secondi dipende da una cagione inerente sia alla loro natura medesima, sia allo stato in cui si pongono combinandosi. Questa equivalenza costante la esprimiamo dicendo che ogni atomo dei primi ha una capacità di saturazione doppia che ognuno dei secondi. Queste espressioni non sono nuove nella scienza, ed or non si fa che estenderle dai composti di 2° ordine a quelle di 1° ordine.

Per le medesime ragioni che i Chimici dicono prendere l'acido fosforico varie capacità di saturazione senza mutar di composizione, può anche dirsi prendere l'atomo di mercurio, e quello del rame capacità di saturazioni diverse, secondo che si trovano nei protocloruri o nei deutocloruri. Così io esprimo il fatto che gli atomi di questi due metalli equivalendo ad un atomo di idrogeno nei protocloruri, tendono nelle doppie decomposizioni a prendere il posto di un sol atomo di idrogeno, mentrechè quando sono nei deutocloruri tendono a prendere il posto di due atomi di idrogeno. Per la medesima ragione che diciamo esservi tre modificazioni diverse dell'acido fosforico, combinate a varie basi, così possiamo anche dire esservi due modificazioni diverse dello stesso radicale mercurio o rame; chiamo radicale mercurioso e ramoso quelli dei protocloruri e dei sali corrispondenti, radicale mercurico e ramico quelli dei deutocloruri e dei sali corrispondenti.

Per esprimere le varie capacità di saturazione dei varii radicali, io le comparo a quelle dell'idrogeno o dei corpi alogeni secondo che sono elettropositivi, o elettronegativi. Un atomo di idrogeno è saturato da uno di corpo alogeno, e viceversa. Esprimo ciò dicendo che il primo è radicale elettropositivo monoatomico, ed il secondo radicale elettronegativo monoatomico; son anche radicali monoatomici elettropositivi il potassio, il sodio,

il litio, l'argento, e i radicali mercurioso e ramoso. Sono poi radicali biatomici quelli che, non potendosi dividere, pur equivalgono a due di idrogeno o a due di cloro; tra gli elettropositivi vi sono tutti i radicali metallici dei sali mercurici e ramici, di quelli di zinco, di piombo, di magnesio, di calcio ec. e tra gli elettronegativi l'ossigeno, il solfo, il selenio ed il tellurio cioè, i corpi amfidi.

Vi sono poi radicali che equivalgono a tre o più atomi di idrogeno o di cloro; dei quali io rimando lo studio a più tardi.

Pria di finire la lezione io mi studio di porre in chiaro come la legge degli equivalenti si debba considerare come una legge distinta di quella degli atomi.

Questa ultima difatto altro non dice che le quantità dello stesso elemento contenute nelle varie molecole devono essere multiple intere di una stessa quantità; ma non prevede p. e. che un atomo di zinco vale per 2 di idrogeno non solo nelle combinazioni col cloro, ma in tutti gli altri composti nei quali possono sostituirsi. Questi rapporti costanti tra i numeri di atomi dei varii corpi che si sostituiscono, qualunque sia la natura ed il numero degli altri componenti, è una legge che ristringe il numero delle combinazioni possibili e riassume con maggiori particolarità tutti i casi di doppie decomposizioni.

Occupo tutta la settima lezione a studiare alcuni radicali composti monoatomici e biatomici, cioè il cianogeno e i radicali alcoolici.

Ti ho già detto il metodo che seguo fedelmente per determinare i pesi ed i numeri delle molecole dei varii corpi dei quali possono determinarsi le densità dei vapori. Questo metodo, applicato fedelmente a tutti i corpi contenenti i radicali alcoolici, ci permette di seguirne, per dir così, il cammino da una all'altra molecola. Per iscoprire la capacità di saturazione di un radicale, conviene incominciare l'esame di quella molecola in cui esso è combinato ad un radicale monoatomico; così pei radicali elettro-negativi incomincio ad esaminare i composti coll'idrogeno o con altro radicale elettropositivo monoatomico, e, viceversa, pei radicali elettropositivi ne esamino i composti col cloro, col bromo, coll'iodo. Quei radicali elettronegativi che

fanno una molecola con un sol atomo di idrogeno sono monoatomici; quelli che si combinano con 2 di idrogeno sono biatomici e così via via. Viceversa i radicali elettropositivi sono monoatomici se si combinano ad un sol atomo di corpo alogeno, biatomici se a due.

Con queste regole stabilisco

1°. Che il cianogeno, CAz, è radicale elettronegativo monoatomico, e la molecola di cianogeno libero contiene due volte le quantità di carbonio ed azoto contenute nella molecola dei monocianuri; e che perciò il cianogeno, CAz, si comporta in tutto come l'atomo di cloro, Cl;

2°. Che il cacodile C^4H^6As, il metile, CH^3, l'etile C^2H^5, e gli altri radicali omologhi ed isologhi sono, come l'atomo di idrogeno, monoatomici e, come quest'ultimo, non possono da loro soli fare una molecola, ma devono associarsi ad un altro radicale monoatomico sia semplice, sia composto, sia della medesima, sia di diversa natura;

3°. Che l'eterene C^2H^4, il propilene, C^3H^6 sono radicali biatomici analoghi al radicale dei sali mercurici e dei ramici ed a quelli dei sali di zinco, di piombo, di calcio, magnesio ec. e che questi radicali fanno come l'atomo di mercurio da loro soli una molecola.

L'analogia tra i sali mercurici e quelli dell'eterene e propilene non è stata notata, per quanto sappia, da alcun altro Chimico; tutto ciò che ho esposto precedentemente la dimostra con tanta evidenza che parmi inutile di fermarmi a discorrerne con te lungamente. Difatto come un volume di vapor di mercurio, combinandosi ad un egual volume di cloro, fa un solo volume di vapore di deutocloruro di mercurio; così un volume di eterene combinandosi ad un egual volume di cloro fa un solo volume di vapore di cloruro di eterene (liquore degli Olandesi). Se la formula di quest'ultimo è $C^2H^4Cl^2$, quella del deutocloruro di mercurio dev'essere $HgCl^2$; se quest'ultima è la formula del deutocloruro di mercurio, i cloruri di zinco, piombo, calcio ec. devono anche essere MCl^2, cioè gli atomi di tutti questi metalli sono come l'eterene ed il propilene radicali biatomici. Osservando che tutti i radicali elettropositivi monoatomici, i quali possono esser pesati allo stato gassoso liberi, si compor-

tano come l'idrogeno, cioè non possono fare da loro soli molecole; mi pare probabilissimo che la capacità di saturazione eguale a quella di idrogeno negli atomi o nei gruppi che ne fanno le veci, coincida costantemente col fatto di non potere esistere isolati. Questa è la ragione per cui sino a prova contraria, credo che le molecole del potassio, del sodio, del litio, e dell'argento liberi sieno fatte di due atomi, cioè, sieno rappresentate dalle formule K^2, Na^2, Li^2, Ag^2.

Viceversa, osservando che sì l'atomo di mercurio (il quale tende a far da radicale biatomico più che da monoatomico) come l'eterene ed il propilene possono esistere isolati, facendo da loro soli molecole distinte, mi pare probabile che anche di questa proprietà sieno dotati gli atomi di zinco, di piombo, e di calcio, cioè che le molecole di questi metalli sieno fatte di un sol atomo. Se questa corrispondenza tra il numero d'atomi contenuti nelle molecole e la capacità di saturazione dell'atomo, o del gruppo che ne fa le veci si verifica, si potrà riassumere così; *i radicali metallici le cui molecole entrano intere nei composti, sono biatomici, quelli il cui atomo è $\frac{1}{2}$ molecola sono monoatomici.* Tu già ti accorgi dell'importanza di questa correlazione, la quale ci spinge a concludere, che una molecola di mercurio (nei sali mercurici) o di zinco, di eterene, di propilene ec. equivalgono ad una molecola sia di idrogeno sia di potassio, sia di argento; sì le une che le altre si combinano con un'intera molecola di cloro; però con questa importante differenza: che le prime, non potendo dividersi, fanno coi due atomi di cloro una sola molecola, mentrechè le seconde potendo dividersi, fanno coi due atomi di cloro due molecole distinte. Ma prima di trarre una conclusione generale tanto importante bisognerebbe dimostrare un po' meglio l'esattezza dei dati su cui si fonda.

Nella ottava lezione incomincio a confrontare il modo di comportarsi, in alcune reazioni, dei radicali metallici monoatomici e dei biatomici. I radicali composti indicati nella precedente lezione, facendo composti volatili, mi offrono spesso il mezzo di spiegare per analogia quel che segue nei composti metallici dei quali, pochi essendo i volatili, non si possono sempre determinare direttamente i pesi molecolari. È questo il gran

beneficio che lo studio della chimica organica ha recato alla chimica generale.

Nell'uso delle formule tengo le regole seguenti, che indico prima di rappresentare con equazioni le varie specie di reazioni.

1°. Uso i coefficienti dei simboli al posto degli esponenti, soltanto quando voglio esprimere che il numero d'atomi indicato è contenuto in una stessa molecola; negli altri casi pongo il coefficiente innanzi i simboli. Perciò quando voglio indicare 2 atomi di idrogeno libero, siccome sono contenuti in una sola molecola, scriverò H^2; se però voglio indicare 4 atomi, siccome son contenuti in due molecole, così non iscriverò H^4 ma $2H^2$; per la medesima ragione indicherò *n* atomi di mercurio libero con la formula *n*Hg.

2°. Qualche volta ripeto nella medesima formula più volte il medesimo simbolo per indicare qualche differenza tra una parte e l'altra dello stesso elemento. Perciò scriverò l'acido acetico $C^2H^3HO^2$, per indicare che uno dei 4 atomi di idrogeno contenuti nella sua molecola è in uno stato diverso dagli altri 3, potendo solo essere sostituito dai metalli. Qualche volta scrivo più volte lo stesso simbolo per indicare più atomi dello stesso elemento soltanto per porre più in rilievo ciò che segue in alcune reazioni.

3°. Per questo ultimo motivo spesso scrivo i varii atomi dello stesso componente o i residui di varie eguali molecole in linee verticali. Perciò, a cagion d'esempio, indico la molecola del deutocloruro di mercurio $HgCl^2$, così: $Hg\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases}$; la molecola dell'acetato mercurico $C^4H^6HgO^4$, così: $Hg\begin{cases}C^2H^3O^2\\C^2H^3O^2\end{cases}$; per indicare che i due atomi di cloro o i due residui d'acido acetico provengono da due molecole distinte di acido cloridrico e di acido acetico idrato.

4°. Indico col simbolo R_m^I qualsiasi radicale metallico monoatomico sia semplice sia composto; e col simbolo R_m^{II} qualsiasi radicale metallico biatomico. Se nella stessa formula o nella medesima equazione voglio indicare in generale 2 o più radicali monoatomici, l'uno diverso dall'altro, aggiungerò ai sim-

boli le lettere minuscole *abc* ec: perciò $R_{ma}^{I}R_{mb}^{I}$ indicherà una unica molecola formata da 2 radicali monoatomici diversi; come sono i così detti radicali misti.

Le molecole dei radicali metallici monoatomici son rappresentate dalla formula $(R_{m}^{I})^{2}$; quelle dei radicali biatomici collo stesso simbolo del radicale esistente nei composti, poichè è carattere di questi radicali aver la molecola fatta da un sol atomo o da un sol gruppo che ne fa le veci. Tu intendi che nella denominazione dei radicali metallici abbraccio tutti quelli che possono sostituire i metalli nei composti salini.

5°. Siccome tutti i composti, contenenti nella loro molecola un sol atomo di idrogeno sostituibile dai metalli, si comportano in modo simile, agendo sui metalli o sui loro composti; così conviene di adottare una formula generale; io userò la seguente. HX, X indica tutto ciò che vi è nella molecola, oltre l'idrogeno metallico; così, a cagion d'esempio. nel caso dell'acido acetico $X = C^{2}H^{3}O^{2}$, essendo questi i componenti che insieme ad H fanno la molecola dell'acido acetico idrato. Siccome vi sono composti, detti anche acidi, nelle cui molecole esistono 2 atomi di idrogeno sostituibili da metalli, e siccome per questo ultimo fatto si comportano in un modo simile sulle molecole contenenti metalli, perciò adotto per essi la formula generale $H^{2}Y$, indicando con Y tutto ciò che vi è nella molecola, oltre i 2 atomi di idrogeno. Mi affretto ad avvertirti che indicando con X e con Y ciò che nelle molecole degli acidi è combinato ad H e ad H^{2}, non intendo affermare che X ed H, o Y e H^{2} sieno dentro della molecola staccate, come due suoi componenti immediati; ma senza toccar la questione della disposizione degli atomi dentro le molecole degli acidi, ho voluto soltanto indicare in un modo distinto tutto ciò che non muta nella trasformazione dell'acido nei corrispondenti sali.

Pria di trattare e discutere le varie reazioni rammento ancora una volta ai miei allievi che tutte le formule da me usate corrispondono a volumi eguali gassosi, essendo la teoria di Avogadro e di Ampère il filo conduttore che costantemente mi guida nello studio delle reazioni chimiche.

Ciò posto, ecco rapidissimamente il sunto di ciò che espongo in questa lezione intorno alcune reazioni dei radicali mono-

atomici e dei biatomici. Scrivo sempre la reazione di una molecola contenente un radicale monoatomico a fianco ad una corrispondente fatta da una molecola contenente un radicale biatomico, perchè la comparazione ne sia più facile.

COMBINAZIONE DIRETTA	
dei radicali metallici monoatomici coi corpi alogeni	*dei radicali metallici biatomici coi corpi alogeni*
(1) H^2 + Cl^2 = 2HCl 1 molec. d' idrogeno — 1 molecola di cloro — 2 molecole di acido cloridrico	Hg + Cl^2 = $HgCl^2$ 1 molecola di mercurio — 1 molecola di cloro — 1 molec. di deutoclor. di mercurio
K^2 + Cl^2 = 2KCl 1 molecola di potassio — 1 molecola di cloro — 2 molecole di cloruro di potassio	Zn + Cl^2 = $ZnCl^2$ 1 molecola di zinco — 1 molecola di cloro — 1 molecola di cloruro di zinco
(2) $(CH^3)^2$ + Cl^2 = $2CH^3Cl$ 1 molecola di metile — 1 molecola di cloro — 2 molecole di cloruro di metile	C^2H^4 + Cl^2 = $C^2H^4Cl^2$ 1 molecola di eterene — 1 molecola di cloro — 1 molecola di cloruro di eterene
$(\overset{I}{Rm})^2$ + Cl^2 = $2\overset{I}{R}mCl$	$\overset{II}{Rm}$ + Cl^2 = $\overset{II}{R}mCl^2$
Apparente combinazione diretta, in verità doppia decomposizione molecolare, in virtù della quale due molecole di diversa natura ne danno due di eguale.	Vera combinazione diretta ossia unione di due intere molecole diverse in una sola.

Da ciò che precede si osserva che un'intera molecola di cloro, e perciò di qualsiasi corpo alogeno, agisce sempre sopra una intera molecola di radicale metallico; se quest'ultimo è monoatomico fa 2 molecole, se è biatomico ne fa 1 sola.

(1) La combinazione diretta dell'idrogeno col cloro è da alcuni espressa così H+Cl=HCl; nelle equazioni da me usate pongo sempre le molecole.

(2) Questa diretta combinazione pare che in pratica riesca difficilmente, avendo il cloro un'azione sull'idrogeno del radicale; è stata indicata per porla in confronto con quella dell'eterene.

SOSTITUZIONE NEI CLORURI, BROMURI, IODURI

di un radicale metallico monoatomico ad un altro.

$$K^2 + \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix} = H^2 + \begin{matrix}KCl\\KCl\end{matrix}$$

1 molecola di potassio — 2 molecole d'acido cloridrico — 1 molecola di idrogeno — 2 molecole di cloruro di potassio

$$H^2 + \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} = Ag^2 + \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix}$$

1 molecola di idrogeno — 2 molecole di cloruro di argento — 1 molecola di argento — 2 molecole d'acido cloridrico

$$Ag^2 + \begin{matrix}HI\\HI\end{matrix} = H^2 + \begin{matrix}AgI\\AgI\end{matrix}$$

1 molecola di argento — 2 molecole d'acido iodidrico — 1 molecola di idrogeno — 2 molecole di ioduro di argento

$$(\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{a})^2 + \begin{matrix}\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{bCl}\\\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{bCl}\end{matrix} = (\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{b})^2 + \begin{matrix}\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{aCl}\\\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{aCl}\end{matrix}$$

Sostituzione senza mutamento nel numero delle molecole.

di un radicale metallico biatomico ad uno monoatomico.

$$Zn + \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix} = H^2 + Zn\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases}$$

1 molecola di zinco — 2 molecole d'acido cloridrico — 1 molecola di idrogeno — 1 molecola di cloruro di zinco

$$Zn + \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} = Ag^2 + Zn\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases}$$

« — 2 molecole di cloruro di argento — 1 molecola di argento — »

$$Hg + \begin{matrix}HI\\HI\end{matrix} = H^2 + Hg\begin{cases}I\\I\end{cases}$$

1 molecola di mercurio — 2 molecole d'acido iodidrico — 1 molecola d'idrogeno — 1 molecola di deutoioduro di mercurio

$$\overset{\text{II}}{\text{Rm}} + \begin{matrix}\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{Cl}\\\overset{\text{I}}{\text{Rm}}\text{Cl}\end{matrix} = (\overset{\text{I}}{\text{Rm}})^2 + \overset{\text{II}}{\text{Rm}}\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases}$$

Sostituzione con mutamento nel numero delle molecole; con 3 se ne fan 2.

Da ciò che è scritto in questo quadro si osserva che 2 molecole di acido cloridrico o di altro monocloruro analogo agiscono sempre sopra una sola molecola di radicale metallico; se esso è monoatomico si mutano in 2 molecole di monocloruro, se è biatomico in una sola di bicloruro. La cagione di questa ultima differenza stà in ciò: che la molecola dei radicali monoatomici è divisibile in due, quella dei biatomici, non potendosi dividere, collega in una sola molecola i residui di due molecole di monocloruri o monoioduri.

I radicali biatomici si comportano similmente sopra gli acidi contenenti un atomo di radicale metallico monoatomico (H,Ag,K); collegando in una sola molecola i residui di due molecole di acidi o di sali, come può vedersi nel seguente quadro comparativo.

SOSTITUZIONE NEGLI ACIDI HX ED IN GENERALE NEI SALI $R^{'}_{m}X$

di un radicale metallico monoatomico $R^{'}_{m}a$ *ad un altro* $R^{'}_{m}b$	*di un radicale metallico biatomico* $R^{''}_{m}$ *ad uno monoatom.* $R^{'}_{m}$
K^{2} + $\begin{matrix}HAzO^{3}\\HAzO^{3}\end{matrix}$ = H^{2} + $\begin{matrix}KAzO^{3}\\KAzO^{3}\end{matrix}$	Zn + $\begin{matrix}HAzO^{3}\\HAzO^{3}\end{matrix}$ = H^{2} + $Zn\begin{cases}AzO^{3}\\AzO^{3}\end{cases}$
1 molecola di potassio — 2 molecole di acido azotico idrato — 1 molecola di idrogeno — 2 molecole di azotato di potassio	1 molecola di zinco — 2 molecole di acido azotico idrato — 1 molecola di idrogeno — 1 molecola di azotato di zinco
Na^{2} + $\begin{matrix}HC^{2}H^{3}O^{2}\\HC^{2}H^{3}O^{2}\end{matrix}$ = H^{2} + $\begin{matrix}NaC^{2}H^{3}O^{2}\\NaC^{2}H^{3}O^{2}\end{matrix}$	Zn + $\begin{matrix}HC^{2}H^{3}O^{2}\\HC^{2}H^{3}O^{2}\end{matrix}$ = H^{2} + $Zn\begin{cases}C^{2}H^{3}O^{2}\\C^{2}H^{3}O^{2}\end{cases}$
1 molecola di sodio — 2 molecole di acido acetico idrato — 1 molecola d' idrogeno — 2 molecole di acetato di sodio	1 molecola di zinco — 2 molecole di acido acetico idrato — 1 molecola di idrogeno — 1 molecola di acetato di zinco
$(R^{'}_{m}a)^{2}$ + $\begin{matrix}R^{'}_{m}bX\\R^{'}_{m}bX\end{matrix}$ = $(R^{'}_{m}b)^{2}$ + $\begin{matrix}R^{'}_{m}aX\\R^{'}_{m}aX\end{matrix}$	$R^{''}_{m}$ + $\begin{matrix}R^{'}_{m}X\\R^{'}_{m}X\end{matrix}$ = $(R^{'}_{m})^{2}$ + $R^{''}_{m}\begin{cases}X\\X\end{cases}$

Questi esempi bastano a dimostrare, che i composti contenenti un radicale metallico monoatomico si comportano come i monocloruri: due molecole di essi agiscono sopra una sola di radicale metallico, mutandosi in due molecole, se quest'ultimo è monoatomico; in una sola, se è biatomico. Si prova meglio, che i radicali metallici biatomici collegano in una sola i residui X di due molecole $R^{I}_{m}X$, comparando le doppie decomposizioni, ossia mutue sostituzioni dei cloruri dei radicali monoatomici e biatomici coi composti $R^{I}_{m}X$.

Scrivo nel seguente quadro alcuni esempii di queste doppie decomposizioni.

MUTUE SOSTITUZIONI DEI COMPOSTI CONTENENTI UN RADICALE MONOATOMICO $R^{I}_{m}X$

Coi cloruri dei radicali metallici monoatomici $R^{I}_{m}Cl$

$$KCl + HAzO^3 = HCl + KAzO^3$$

1 molecola di cloruro di potassio — 1 molecola di acido azotico idrato — 1 molecola di acido cloridrico — 1 molecola di azotato di potassio

$$KCl + AgC^2H^3O^2 = AgCl + KC^2H^3O^2$$

» — 1 molecola di acetato di argento — 1 molecola di cloruro di argento — 1 molecola di acetato di potassa

$$C^2H^5,Cl + AgC^2H^3O^2 = AgCl + C^2H^5,C^2H^3O_2$$

1 molecola di cloruro di etile — » — » — 1 molecola di acetato di etile

$$R^{I}_{m}a,Cl + R^{I}_{m}bX = R^{I}_{m}bCl + R^{I}_{m}aX$$

Coi cloruri dei radicali metallici biatomici $R^{II}_{m}Cl^2 = R^{II}_{m}\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}$

$$Hg\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}HAzO^3\\HAzO^3\end{matrix} = \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix} + Hg\begin{matrix}AzO^3\\AzO^3\end{matrix}$$

1 molecola di deutocloruro di mercurio — 2 molecole di acido azotico idrato — 2 molecole di acido cloridrico — 1 molecola di azotato mercurico

$$Hg\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}AgC^2H^3O^2\\AgC^2H^3O^2\end{matrix} = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + Hg\begin{matrix}C^2H^3O^2\\C^2H^3O^2\end{matrix}$$

» — 2 molecole di acetato di argento — 2 molecole di cloruro di argento — 1 molecola di acetato mercurico

$$C^2H^4\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}AgC^2H^3O^2\\AgC^2H^3O^2\end{matrix} = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + C^2H^4\begin{matrix}C^2H^3O^2\\C^2H^3O^2\end{matrix}$$

1 molecola di cloruro di eterene — » — » — 1 molecola di acetato di eterene

$$R^{II}_{m}\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}R^{I}_{m},X\\R^{I}_{m},X\end{matrix} = \begin{matrix}R^{I}_{m}Cl\\R^{I}_{m}Cl\end{matrix} + R^{II}_{m}\begin{matrix}X\\X\end{matrix}$$

Tutte le reazioni indicate in questo quadro si riassumono così: tutto ciò che è combinato ad un atomo di idrogeno o ad altro radicale equivalente = (X) sostituisce un atomo di cloro e, viceversa, è da quest'ultimo sostituito; se un radicale indivisibile nelle doppie decomposizioni si trova combinato in una sola molecola a due atomi di cloro dovrà, mutando il cloro con X, restar combinato in una sola molecola con 2X.

Che l'eterene è combinato a due atomi di cloro nel cloruro di eterene, e che l'acetato di eterene contiene in una sola molecola due volte $C^2H^3O^2$, è dimostrato dalla comparazione delle densità gassose di tutti questi corpi. Dalla densità di vapore e dai calorici specifici è poi anche dimostrato che la molecola di sublimato contiene, come quella del cloruro di eterene, due atomi di cloro. Dunque i sali mercurici sono costituiti in modo simile a quelli di eterene, mentrechè i sali di potassio sodio, ed argento son fatti come quelli di etile.

Avendo poi provato, come mi par d'aver detto abbastanza, che i primi o unici cloruri di ferro, manganese, zinco, magnesio, calcio, bario ec. sono costituiti come il sublimato, cioè hanno per formula MCl^2, non può rimaner più dubbio che tutti i sali che si ottengono per mezzo di questi cloruri e degli acidi monobasici o di loro sali, sieno tutti simili a quelli dell'eterene del propilene ec. Queste importanti conclusioni si possono riassumere così:

1°. Tra i sali ad acidi monobasici quelli soli d'idrogeno, di potassio, sodio, litio, argento e quelli mercuriosi e ramosi sono simili a quelli di metile e etile, cioè ai composti degli alcoli a radicale monoatomico; tutti gli altri, dei così detti protossidi, son simili a quelli d'etere e di propilene, cioè agli eteri composti degli alcoli a radicali biatomici.

2°. Una sola molecola dei primi non basta a formare l'acido anidro e l'ossido metallico; se ne richiedono invece due; ma una sola molecola dei secondi contiene i componenti della molecola dell'acido anidro e di quella del protossido. Il che diviene chiaro confrontando le seguenti equazioni:

$AgC_2H^3O^2$ / $AgC^2H^3O^2$	=	Ag / Ag } O +	$C^4H^6O^3$	$Hg\{C^2H^3O^2$ / $C^2H^3O_2$	= HgO +	$C^4H^6O^3$
2 molecole di acetato di argento		1 molecola di ossido di argento	1 molecola di acido acetico anidro	1 molecola di acetato mercurico	1 molecola di ossido di mercurio	1 molecola di acido acetico anidro
$C^2H^5,C^2H^3O^2$ / $C^2H^5,C^2H^3O^2$	=	C^2H^5, / C^2H^5, } O +	$C^4H^6O^3$	$C^2H^4\{C^2H^3O^2$ / $C^2H^3O^2$	= C^2H^4O +	$C^4H^6O^3$
2 molecole di acetato d'etile		1 molecola di ossido di etile	1 molecola di acido acetico anidro	1 molecola di acetato di eterene	1 molecola di ossido di eterene	1 molecola di acido acetico anidro
$R^{'}mX$ / $R^{'}mX$	=	$R^{'}m$ / $R^{'}m$ } O +	$(2X-O)$	$R^{''}m\{X$ / X	= $R^{''}mO$ +	$(2X-O)$

Essendo i sali mercurici, zinchici ec. simili a quelli dell'eterene, è probabile che esisteranno sali di queste specie contenenti i residui di due acidi monobasici diversi. Indico per quali reazioni potrebbero essere generati

$Hg\{Cl$ / Cl +	$AgC^2H^3O^2$ / $AgC^2H^3O^2$ =	$AgCl$ / $AgCl$	+ $Hg\{C^2H^3O^2$ / $C^2H^3O^2$		
1 molecola di deutoclorurо di mercurio	2 molecole di acetato di argento	2 molecole di cloruro di argento	1 molecola di acetato di mercurio		
$Hg\{Cl$ / Cl +	$AgC^2H^3O^2$ / $AgC7H^5O^2$ =	$AgCl$ / $AgCl$	+ $Hg\{C^2H^3O^2$ / $C7H^5O^2$		
»	1 molecola di	»	1 molecola		
»	acetato ed 1 di	»	di benzoato		
»	benzoato di	»	di		
»	argento	»	mercurio		
$C^2H^4\{Cl$ / Cl +	$AgC^2H^3O^2$ / $AgC7H^5O^2$ =	$AgCl$ / $AgCl$	+ $C^2H^4\{C^2H^3O^2$ / $C7H^5O^2$		
1 molecola	»	»	1 molecola		
di cloruro	»	»	di benzacetato		
di eterene	»	»	di eterene		

Come con l'acido acetico anidro e l'ossido di un radicale metallico biatomico si fanno gli acetati, così con l'acido benzacetico anidro si faranno i benzacetati, il che indico nelle equazioni seguenti:

$$C^4H^6O^3 + R''O = R'' C^4H^6O^4 = R'' \begin{cases} C^2H^3O^2 \\ C^2H^3O^2 \end{cases}$$

$$C^3H^8O^3 + R''O = R'' C^3H^8O^4 = R'' \begin{cases} C^2H^3O^2 \\ C^1H^5O^2 \end{cases}$$

Avendo già provato che lo zinco è radicale biatomico e che perciò il suo peso atomico deve essere raddoppiato, mi fermo ad esaminare le reazioni e la genesi del zinghetile e del zincometile ec. Ti indico con equazioni il modo, secondo cui interpreto queste reazioni.

Le densità di vapore dimostrano l'esattezza delle seguenti formule corrispondenti a volumi eguali: C^2H^5Cl (cloruro d'etile) C^2H^5,H (idruro di etile) C^2H^5,C^2H^5 (etile libero) $C^2H^5C^3H^5$ (metilo-etile) $Zn\ (C^2H^5)^2 = Zn \begin{cases} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{cases}$ (zinco-etile).

$$C^2H^5Cl + H^2 = C^2H^5,H + HCl$$

$$\begin{matrix} C^2H^5Cl \\ C^2H^5Cl \end{matrix} + Zn = (C^2H^5)^2 + Zn \begin{cases} Cl \\ Cl \end{cases}$$

$$\begin{matrix} C^2H^5Cl \\ C^2H^5Cl \end{matrix} + 2Zn = \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \Big\} Zn + Zn \begin{cases} Cl \\ Cl \end{cases}$$

$$\begin{matrix} C^2H^5Cl \\ C^2H^5Cl \end{matrix} + \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \Big\} Zn = 2(C^2H^5)^2 + Zn \begin{cases} Cl \\ Cl \end{cases}$$

$$\begin{matrix} C^2H^5Cl \\ C\ H^5Cl \end{matrix} + Zn = C^2H^5,CH^5 + Zn \begin{cases} Cl \\ Cl \end{cases}$$

$$\begin{matrix} C^2H^5Cl \\ C\ H^5Cl \end{matrix} + 2Zn = \begin{matrix} C^2H^5 \\ C\ H^5 \end{matrix} \Big\} Zn + Zn \begin{cases} Cl \\ Cl \end{cases}$$

Nessuno ha ancora dimostrato, per quanto io sappia, l'esistenza di questa specie di composti indicati nell'ultima equazione. Ma essendo provato dalla densità del vapore del zincoetile e dal calorico specifico del zinco, che la molecola del zinco-etile contiene un sol atomo di zinco combinato a due volte l'etile cioè alla molecola intera di questo radicale libero, nessun più negherà che saranno preparati composti contenenti un sol atomo di zinco combinato a due radicali monoatomici diversi. Si prevede anche che l'eterene ed il propilene formeranno composti nelle cui molecole un atomo di zinco è combinato al radicale biatomico.

Più tardi ti darò ragguaglio di alcuni miei esperimenti diretti a dimostrare l'esistenza di questi composti or ora accennati.

Dopo aver parlato del modo di comportarsi dei composti contenenti i radicali metallici monoatomici e biatomici sopra gli acidi monobasici, esamino il modo di comportarsi con quei composti che contengono, in ogni loro molecola, due atomi di idrogeno, o come dicesi con gli acidi bibasici, ai quali ho dato la forma generale H^2Y.

Per prevedere le reazioni, basta porre mente a ciò che segue:

1°. I due atomi d'idrogeno sono insieme legati in una sola molecola dalle forze di tutti gli altri componenti detti insieme Y; quindi ciò che equivale ad H^2 deve entrare in una sola molecola con Y;

2°. Tutto ciò che è combinato ad H^2 equivale a 2 atomi di cloro Cl^2; quindi nella doppia decomposizione H^2Y agirà o sopra una sola molecola di un bicloruro ($= R_m^{II}Cl^2$) o sopra due molecole di un monocloruro; ciò che è combinato ai due atomi di cloro, sia in una, sia in due molecole, va a combinarsi con Y; ed H^2 combinandosi con Cl^2 fa sempre due molecole di acido cloridrico.

Gli esempii di doppie decomposizioni che seguono pongono in chiaro ciò che ho or ora indicato.

DOPPIE DECOMPOSIZIONI DELL'ACIDO SOLFORICO IDRATO H^2SO^4

Coi monocloruri $R_m^{I}Cl$	*Coi bicloruri* $R_m^{II}Cl^2$
$\begin{matrix}NaCl\\NaCl\end{matrix} + H^2SO^4 = \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix} + Na^2SO^4$	$Hg\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases} + H^2SO^4 = \begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix} + HgSO^4$
$\begin{matrix}NaCl\\NaCl\end{matrix} + Ag^2SO^4 = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + Na^2SO^4$	$Hg\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases} + Ag^2SO^4 = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + HgSO^4$
$\begin{matrix}C^2H^5Cl\\C^2H^5Cl\end{matrix} + Ag^2SO^4 = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + (C^2H^5)^2SO^4$	$C^2H^4\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases} + Ag^2SO^4 = \begin{matrix}AgCl\\AgCl\end{matrix} + C^2H^4SO^4$

Giunto a questo punto comparo le formule degli ossisali da me proposte con quelle di Berzelius e di Gerhardt e discuto le

cagioni delle differenze, e delle coincidenze le quali possono riassumersi così:

1°. Tutte le formule date da Berzelius agli ossi-sali dei radicali metallici biatomici sono eguali a quelle da me proposte sia che l'acido è monobasico, sia che è bibasico; tutti questi ossi-sali contengono in ciascuna loro molecola gli elementi di un'intera molecola di ossido, e di un'intera di acido anidro.

2°. Corrispondono anche alle formule da me proposte quelle di Berzelius su tutti i solfati ed i sali analoghi, introducendovi la modificazione proposta da Regnault cioè di considerare le quantità di metallo contenute nelle molecole dei solfati potassico, argentico, mercurioso e ramoso eguali a due atomi, e quelle invece di metallo contenute nelle molecole dei solfati mercurico, ramico, piombico, zinchico, calcico barico ec. eguali ad un solo atomo.

3°. Le formule da me proposte per gli ossi-sali ad acido monobasico del potassio, del sodio, dell'argento, dell'idrogeno dell'etile e di tutti gli altri radicali analoghi monoatomici sono eguali a metà delle formule proposte da Berzelius e modificate da Regnault, cioè, ogni molecola di essi contiene i componenti di mezza molecola di acido anidro, e di mezza di ossido metallico.

4°. Le formule di Gerhardt coincidono con quelle da me proposte pei soli sali di potassio, sodio, argento, idrogeno, metile, e di tutti gli altri radicali monoatomici, ma non per quelli di zinco, di piombo, di calcio, di bario, e degli altri protossidi metallici; avendo Gerhardt voluto considerar tutti i metalli analoghi all'idrogeno, il che io ho dimostrato erroneo.

Nelle lezioni seguenti parlo della costituzione degli ossidi a radicali mono, e biatomici, quindi tratto delle altre classi di radicali poliatomici, esaminando comparativamente i cloruri e gli ossidi; infine discuto la costituzione degli acidi e dei sali, tornando con nuove prove a dimostrare ciò che ho poco fa accennato.

Ma di tutto ciò ti darò un sunto in un'altra lettera.

Genova, 12 Marzo 1858.

SOPRA UN NUOVO TERMOMETROGRAFO; DI GIUSEPPE SERRA.

Il termometrografo da me imaginato consiste in un termometro ad aria insieme ed a mercurio, in quella stessa guisa che venne da Amontons immaginato, e quindi perfezionato dallo Stancari. Il tubo ha circa un centimetro di diametro, e il recipiente a modo di palla chiusa, ha circa un diametro. Sovra la colonna di mercurio è fatto il vuoto come nello strumento dello Stancari; ed io pongo a galleggiare sul mercurio un cilindretto di acciaio ben calamitato ed a teste rotondate e un poco prominenti (per impedire gli attriti contro le pareti del tubo) il quale cilindretto alzandosi o abbassandosi secondo che la colonna di mercurio si alza o si abbassa, trascina seco o in alto o in basso una leva lunga 30 centimetri, di acciaio calamitato bene equilibrata, posta lateralmente con un de' bracci in vicinanza del tubo stesso. Il moto dell'indice calamitato è così trasportato fuori del tubo, e la esperienza fatta con un'apparato delicatamente costruito, mi ha fatto vedere che l'ago esterno segue esattamente l'indice interno per tutta una corsa almeno di 8 centimetri. Per rendere questo strumento di uso grafico, si applica un moto di orologeria di una carta graduata che scorre orizzontalmente dietro l'apparato e per segnare le osservazioni, faccio uso dell'apparato già impiegato da Kreil, cioè di un martello che ad ogni 5 minuti è mosso dallo stesso moto di orologeria e va a battere nell'opposto braccio della leva calamitata, il quale è perciò armato di punta scrivente sulla carta che gli scorre dietro in gran vicinanza; onde così si possono ottenere esatte indicazioni d'ogni innalzamento o abbassamento che faccia il termometro; e ciò in una scala maggiore che non nei termometri ordinarii a mercurio, per la maggiore dilatabilità dell'aria e per la capacità grande che può darsi al suo recipiente senza diminuirne punto la sua sensibilità.

Allorchè esposi un tal progetto alla Pontificia Accademia dei nuovi Lincei era quasi in tutto fondato sulla sola teoria, ora però che ho superate tutte queste grandi difficoltà che tanto fan distare la teoria dalla pratica, specialmente in tali strumenti

nei quali richiedesi grande esattezza, posso assicurarla che lo strumento si mostra fedele in modo, da poter registrare con sicurezza le minori frazioni di grado, come p. e. $\frac{1}{10}$. Se più si vorrà ottenere, la questione sarà solo delle sue dimensioni, accresciute le quali, può ottenersi precisione anche maggiore.

Il vantaggio di questo congegno è che il corpo dinometrico restar può come deve, tutto esposto all'aria libera, e che nell'interno della stanza può collocarsi tutto il resto dell'apparato, anche a distanza non minima, il quale quando è chiuso esattamente non è soggetto a veruna sensibile perturbazione.

Roma, a dì 24 Aprile 1858.

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE FATTE NELL'I. E R LICEO DI LIVORNO DAL PROF. PIETRO MONTE BARNABITA.

Negli ultimi mesi del 1856, io cominciai una serie regolare di osservazioni meteorologiche, le quali tuttora continuo con molta fatica e assiduità, perchè sono forse le prime che in Livorno si facciano. Il Liceo, dove quelle osservazioni si notano, è quasi al lembo del mare e potei con misure dirette ed esatte, trovare la giusta altezza a cui son posti gli strumenti sul livello medio del mare: il pozzetto del barometro si eleva metri 12,87 su questo livello e gli altri strumenti sono ad un'altezza alquanto maggiore. Spero di avere tra non molto tempo un buon magnetometro e cominciare anche osservazioni sul magnetismo terrestre. Da principio non facevo che tre osservazioni il giorno, ma cominciai ben presto a moltiplicarle, come si vedrà qui sotto, specialmente le barometriche, che ascendono circa a cinque mila; le quali io pubblico, non perchè creda avere in sè stesse grande importanza, ma piuttosto perchè non riusciranno inutili confrontandole con quelle di altri paesi.

Dal 1°. Novembre 1856 a tutto il Dicembre 1857, sul barometro ridotto alla temperatura zero gradi, furono fatte 4722