

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVII.
1900

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME IX.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1900

Distinguo tre sorta di movimenti: contrazioni, movimenti parziali e movimenti di locomozione. Per effetto di movimenti di contrazione li ho visti allungarsi assottigliandosi anteriormente, accorciarsi o ingrossando posteriormente, o ingrossando uniformemente in tutta la lunghezza, ovvero anche prendendo forma di cavatappi.

Alle volte gli sporozoi presentansi curvi a *C* e la metà anteriore della *C* fa movimenti non nello stesso piano della metà posteriore, non rovesciandosi però mai all'indietro.

La traslazione avviene spesso con semplice scivolamento quasi come nelle Gregarine: talvolta essi scivolano tremolando, talvolta rotando sopra sè stessi, ecc.

Questi movimenti si osservano dissezionando le ghiandole salivari nella solita soluzione di cloruro di sodio. Aggiungendo al cloruro di sodio una gocciolina di sangue di passero, si vedono gli sporozoi locomoversi insinuandosi tra i globuli rossi con movimenti complicati; toccano spesso volte i leucociti, restano alquanto vicino ad essi, ma poi se ne allontanano. Sembra talvolta che facciano dei movimenti per penetrare nei globuli rossi.

Questa Nota era già compiuta, quando lessi nel *Further Reports to the Malaria Commitee*, 1900, by Christophers and Stephens una Nota *on certain Bodies found in the Glands of two species of Culex*. Quei corpi la cui natura secondo gli A. *remains so far undetermined* corrispondono agli *pseudo-sporozoi* di cui sopra. Intorno a quegli altri corpi che denominano *Sporozoites, nature unknown*, non oso pronunciarmi, benchè inclini a ritenerli essi pure pseudosporozoi.

Fisica. — *Comportamento del carbone sotto alle pressioni e temperature* ⁽¹⁾. Nota di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

Il primo tentativo razionale fatto per la trasformazione del carbone in diamante è, come è noto, quello del Moissan. Nelle esperienze di questo chimico, le cause che contribuiscono alla parziale cristallizzazione del carbone contenuto nella massa di ferro raffreddata bruscamente, sono tre. L'alta temperatura della parte centrale della massa, la solubilità del carbone nel metallo fuso, e la pressione che, in conseguenza del passaggio del nucleo centrale dallo stato liquido al solido, si esercita sulle particelle centrali del blocco. Feci vedere, qualche anno addietro, che di queste cause ve ne è una che non è essenziale per la formazione del diamante, e cioè la solubilità del carbone nel mezzo che lo contiene. E infatti una enorme pressione, agendo su

⁽¹⁾ Ricerche eseguite nell'Istituto Fisico della R. Università romana.

un pezzo di carbone portato ad elevatissima temperatura, è capace di trasformarlo parzialmente in diamante. Benchè tanto la pressione che la temperatura da me adoperate, fossero superiori a quelle dell'esperienza già conosciuta, i granelli di diamante da me ottenuti erano alquanto più piccoli di quelli del Moissan. Questo fatto fu da me spiegato, osservando che la rapidità delle mie esperienze era superiore a quella del Moissan, e per conseguenza il processo di cristallizzazione veniva arrestato prima. Ma riflettendo ancora su ciò, pensai che non fosse solo questa la ragione della differenza dei risultati sperimentali, e che anche alla mancanza della seconda causa (la solubilità nel mezzo), si dovesse attribuire la piccolezza dei cristallini. A risolvere un tal dubbio ho istituito da circa due anni esperienze, nelle quali le alte temperature, contemporaneamente alle alte pressioni, agiscono su pezzi di carbone amorfo, e, a differenza di quelle descritte in altra Nota, per un tempo lungo a piacere. Prima di accennare ad esse, vogliamo esaminare quali sieno i valori delle pressioni e delle temperature adoperate nelle ricerche sinora conosciute. Moissan adoperava una massa di ferro pesante al più 200 gr.; la parte centrale di essa era costituita da ghisa ricca di carbonio. Dalla descrizione che l'autore fa delle sue esperienze, sembra si possa concludere che essa veniva tratta dal forno elettrico, con una temperatura di 2000°c. La crosta esterna veniva raffreddata bruscamente in un bagno liquido (di acqua o di piombo fuso), e portata ad una temperatura di 500°c. circa. La parte centrale, solidificandosi dopo della crosta, e aumentando perciò di volume, veniva ad essere fortemente compressa dalla crosta esterna, ormai solida. Da ciò la cristallizzazione parziale del carbonio abbandonato da essa. Sarebbe difficile esaminare qual sia esattamente la pressione a cui le particelle centrali di carbone sono sottoposte, in questa esperienza. Ma si può assegnare certamente un limite superiore. Supponiamo infatti che la massa di 200 gr., abbia la forma sferica. La sua crosta esterna vien raffreddata al rosso scuro, e la sua parte centrale è ancora liquida. Ammettiamo che solo una sfera centrale di un terzo di diametro, sia allo stato liquido e che tutto il resto delle massa, sopporti lo sforzo prodotto dalla dilatazione della piccola sfera. Ora è certamente superiore alla realtà ammettere che la crosta metallica esterna (500°c.), offra una resistenza alla rottura di 10 kg. per mm. q. Per cui se, nel fare questa esperienza, il blocco di ferro si rompe, nell'ultimo istante un piano diametrale della piccola sfera, è sottoposto ad una pressione di 10,000 kg. Cioè circa 7000 atmosfere. Ma questo è un limite non mai raggiunto nelle esperienze di Moissan, perchè egli non dice che i suoi blocchi di ferro si sieno rotti talvolta, all'atto del raffreddamento. Nelle esperienze da me eseguite, e descritte precedentemente, la temperatura del carbone era intorno ai 3000°c., e la pressione raggiungeva un valore notevolmente superiore a quello del Moissan. Infatti essa, venendo calcolata dalle deformazioni dinamiche, prodotte nelle robuste parti di acciaio degli apparec-

chi, doveva essere almeno di 35,000 atm. circa. È dunque chiaro che se una pressione minore di questa, come è quella del Moissan, conduce ad una cristallizzazione più netta ed abbondante che non nel mio caso, cioè si deve attribuire o all'intervento della solubilità del carbonio nel mezzo, o alla maggiore lentezza delle esperienze del Moissan.

Ciò che si è tentato di risolvere con le seguenti esperienze, è la realizzazione di questo concetto: Tenere ad elevatissima temperatura un pezzo di carbone (2 o 3 mila. gradi), e comprimerlo continuamente (5 a 10 mila atm.). Ben si intendono quali sieno le difficoltà di questo problema, giacchè è materialmente difficile fornire calore ad una massa, che debba essere circondata da altre masse capaci di generare quelle enormi pressioni, e quindi fredde. Questa esigenza sperimentale, porta alla necessità di generare il calore nella stessa massa da comprimere. Nelle esperienze di Moissan o nelle mie, si poteva fornire calore al carbone dall'esterno, perchè le due operazioni di riscaldamento e di compressione erano, in entrambi i casi, successive e non simultanee. Ma volendo fornire continuamente calore, debbesi procedere altrimenti. La generazione del calore nella massa da comprimere, deve essere dunque fatta elettricamente, e a tal fine è subito da scartare l'uso dell'arco voltaico, non essendo possibile generare questo nell'interno di una massa solida, e non rimane altra via, che quella di servirsi del riscaldamento per semplice effetto Joule. Si intende sommariamente che la disposizione debba esser la seguente. Una massa solida ed isolante possiede nel suo interno del carbone amorfo. A questo fanno capo due conduttori, che traversano la massa ambiente. Il tutto può venire sottoposto ad alte pressioni, senza che perciò possano essere generati corti circuiti fra i conduttori metallici, o interruzioni di corrente, in conseguenza di possibili deformazioni. Volere realizzare ciò, è di notevole difficoltà, e molte sono state le disposizioni da me provate. Di esse accennerò a due che diedero i migliori risultati, benchè esse non abbiano completamente risolto il problema indicato.

Voglio anzitutto accennare alle qualità di carbone usato. Nelle prime esperienze, condotte con i metodi seguenti, fu sempre adoperato del puro carbone di zucchero. Ma ciò aveva un grave inconveniente, proveniente dalla poca compattezza di questo materiale. La semplice compressione della sua polvere in un recipiente chiuso, non porta la sua massa che ad una densità al più uguale a 1,2 circa. Per cui fu adoperato in seguito del carbone di storta. Si ebbe cura di sceglierlo del più puro, e se ne poté trovare una qualità che non lasciava al più che l'1,5 % di cenere, costituita in massima parte da ossidi di ferro. Dalle ricerche del Moissan è risaputo, che questa piccola impurità non può impedire la cristallizzazione del carbonio.

Un blocco di acciaio *E* possiede (fig. 1) una cavità *M*, dentro cui può scorrere un cilindro *D*. Esso è circondato da quattro anelli *H* pure di acciaio. La scelta della qualità di questo metallo, è essenziale per la costruzione di

apparecchi simili. L'acciaio inglese, che tanto bene si presta alla costruzione di strumenti duri, è inadatto allo scopo. Buoni risultati si otterrebbero potendo disporre di blocchi veramente compatti di ferro dolce, ma è assai difficile trovarne in commercio. I più bei pezzi di ferro posseggono spesso venature o fenditure sottilissime, che si rivelano solo quando essi vengono sottoposti a notevoli sforzi di trazione. È dunque preferibile adoperare l'acciaio omogeneo, o l'acciarone del commercio, e dove si posa l'acciaio saldato, o acciaio di corazza. Due conduttori di ferro *S*, penetrano nell'interno della camera *M* e sono riuniti da un'asticina *C* di carbone, che è quella su cui si sperimenta. Essi non toccano direttamente i blocchi *E* ed *H*, e ne sono isolati elettricamente, da sottili lamine di mica, non indicate in figura. Il blocco cilindrico *E*

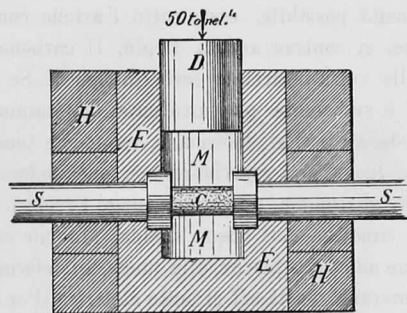


FIG. 1.

è tagliato in due metà, secondo il piano diametrale del disegno. Ciò permette la montatura dell'apparecchio, e i due reofori *S*, a causa di un ingrossamento in testa, non possono venire spinti fuori dell'apparecchio, quando agiscono pressioni nell'interno della camera *M*. La prima difficoltà che s'incontra, è quella della ricerca di una sostanza capace di riempire la camera di compressione *M*, circondando il carbone *C*. Essa deve essere isolante, infusibile, ed incompressibile. Tra gli ossidi metallici più comuni, quello che meglio soddisfa alle prime due condizioni è l'ossido di magnesia; ma è difficile prepararlo in blocchi compatti e in dimensioni della camera *M*. Se questa compattezza manca, quando si spinge lo stantuffo *D*, il carbone *D* si spezza e la corrente resta interrotta. Dopo molti tentativi il processo adottato è il seguente. Si monta l'apparecchio togliendo completamente il carbone *C*, e si comincia a comprimervi della magnesia polverulenta del commercio, ben essiccata. Il torchio adoperato per ciò è a vite, di grande robustezza, e fu costruito appositamente per queste ricerche. Esso è capace di sviluppare sullo stantuffo *D*, uno sforzo complessivo di 50 tonnellate circa. Si ripete l'operazione 20 o 30 volte, e tra l'una e l'altra si lascia un intervallo di tempo, talvolta

anche di 24 ore. Con ciò, una buona quantità di magnesia viene ad essere rinchiusa nella camera *M*. Si lascia in pressione il torchio, e dopo qualche giorno, si smonta l'apparecchio. Si ritira allora da esso un blocco compatto di magnesia, della densità 2,9 — 3, che talvolta, per insufficienza di riposo, si rompe in due o tre pezzi, all'atto dell'apertura. Ma se ciò non succede, vi si pratica un foro, in corrispondenza della posizione che deve occupare il carbone *C*. Ciò fatto si rimonta l'apparecchio, ponendo nel foro del blocco magnesiaco, un cilindro di carbone di storta ben adattato. L'apparecchio è allora pronto per la prima esperienza. Si invia in esso una corrente di 8 volt e 200 ampère, mentre il torchio spinge sempre avanti lo stantuffo *D*. Con ciò sembrerebbe realizzata la cercata disposizione, ma molti difetti si rivelano tosto. E anzitutto, poichè la magnesia *M* non ha assunto precedentemente la sua massima densità possibile, essa, sotto l'azione combinata del calore e della compressione, si contrae ancora di più. Il carbone *C* si deforma o si spezza, e il più delle volte il circuito resta interrotto. Se ciò non succede, il calore fornito da *C* è sufficiente per arroventare e rammollire gli estremi interni degli elettrodi *S*. Essi si deformano, venendo a toccare le pareti di *E*. Un corto circuito ha luogo, e l'esperienza non può andare avanti. A questo secondo inconveniente si rimedia, praticando lungo i reofori *S*, dei fori e facendovi continuamente circolare dell'acqua fredda. Ma ciò non basta a rendere stabile la disposizione adottata, poichè, alla lunga, le deformazioni della massa magnesiaca di *M*, generano guasti nel circuito elettrico. Per conseguenza diventava importante trovare una sostanza meno compressibile della magnesia, ottenuta come si è detto. Fu sostituito alla magnesia il porfido rosso. Cilindri di questo materiale venivano lavorati allo smeriglio, e adattati nella camera *M* dopo aver praticato il foro pel carbone *C*. Ma la fusibilità di questo materiale, impedì la riuscita dell'esperienza. Finalmente venne adoperata una sostanza, che si usa talvolta per rivestire le pareti interne dei forni elettrici. Essa è denominata *magnesite* e ci fu fornita dalla casa Carl Spaeter (Fabrik von Magnesitproducte) di Coblenz. È principalmente costituita da ossido di magnesia, ma è anche ricca di ossidi di ferro. Essa ha una densità di 3,37, e, a bassa temperatura, è praticamente un isolante. Con essa fu operato come col porfido, e in ciò si incontrò una maggiore difficoltà, essendo notevolmente più dura di quel materiale. Non si ebbe così più a deplorare l'inconveniente della deformazione della massa *M*, ma sopravvenivano inevitabili deformazioni delle teste interne degli elettrodi *S*, talchè si dovette definitivamente abbandonare la disposizione indicata.

Poichè in essa i guasti erano generalmente provocati dal lavoro di compressione, si è cercato di studiare una disposizione nella quale ciò non fosse più possibile. L'apparecchio che realizza questo concetto, è indicato a metà grandezza ed in sezione, nella fig. 2. Un cilindro cavo *E* di acciaio, è rinforzato come nel primo apparecchio da una serie di anelli *H*, ricavati

da una piastra di corazza. Il superiore di questi anelli *H* è fornito di un battente, talchè il cilindro *E* non può venire spinto al di fuori degli anelli. Del resto tali anelli, lavorati accuratamente con diametro alquanto più piccolo dell'esterno di *E*, sono infilati a caldo su questo cilindro, in guisa da assicurare una perfetta solidità all'apparecchio. Una piastra di fondo *F*, è fissata al sistema di anelli, per mezzo di otto bulloni a vite *V*, di cui solo due si vedono nel disegno. Questa piastra porta una incavatura circolare *A*, ed è isolata per mezzo di lamine di mica, dall'anello inferiore *H*, dal cilindro *E* e dai bulloni *V*. Due robusti serrafili *S* fanno capo alla massa degli anelli *H* e alla piastra *F*. La piastra *F* è fornita di una serie di otto fori diametrali e orizzontali *P*, che si incontrano tutti in uno stesso punto dell'asse.

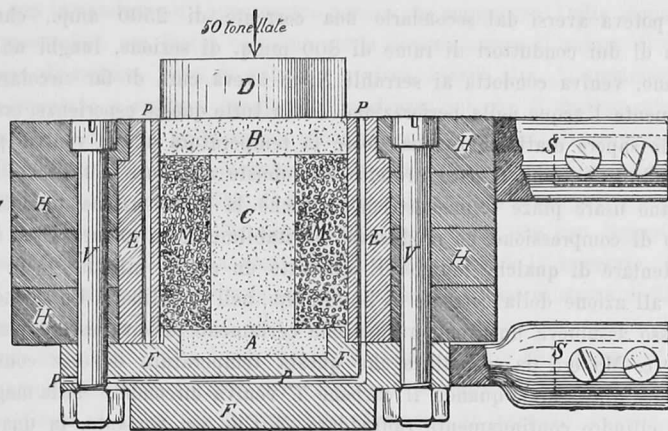


FIG. 2.

Questi fori, ripiegandosi ad angolo retto, fanno capo ad altri otto fori *P* del cilindro *E*, e sono destinati alla circolazione dell'acqua fredda. Con ciò tutte le pareti interne dell'apparecchio sono mantenute ad una bassa temperatura. Il conduttore di carbone, destinato ad essere compresso, è collocato col suo asse verticale, e non appoggia sulla piastra di fondo *F* che per mezzo di un disco *A* di carbone, collocato nella cavità predetta. Il carbone *C* per mezzo di altro disco *B* della stessa sostanza, comunica col cilindro *E*, e quindi col serrafilò *S* superiore. Un cilindro cavo di magnesite *M*, riempie lo spazio rimasto libero della camera di compressione. Se ora si suppone di esercitare una energica pressione per mezzo del cilindro *D*, è chiaro che le deformazioni prodotte non possono avere altro effetto che quello di schiacciare tanto il cilindro *C*, che la magnesite *M*, e sarà molto difficile che il nucleo centrale possa venire in contatto con le pareti del cilindro *E*. Per cui, una corrente che entra per uno dei serrafili *S*, ed esce per l'altro, è

sempre costretta a passare pel nucleo centrale *C*, riscaldandolo continuamente. Ecco i risultati che si ottennero con apparecchi simili al descritto.

Uno di questi apparecchi, il primo costruito, fu montato come mostra la figura 2, e fu posto sotto il torchio che ha servito per le precedenti ricerche. Il predetto sforzo di 50 ton., che esso è capace di sviluppare, distribuito sulla superficie *D* (25 cm. q.), equivaleva ad una pressione di 2000 atm. circa. È da avvertire che questo sforzo, benchè sia il massimo che il torchio potesse sviluppare, era inferiore al massimo a cui esso potesse resistere. Questo secondo valore era cinque volte più grande del primo. La corrente che si inviava attraverso il carbone *C* era alternata. Un grande trasformatore, costruito appositamente, abbassava il voltaggio della corrente di città da 100 volt circa, a 4 volt. Disponendo nel primario di più che 100 ampère, poteva aversi dal secondario una corrente di 2500 amp., che, per mezzo di due conduttori di rame di 800 mmq. di sezione, lunghi un metro ciascuno, veniva condotta ai serrafili *S*. Si aveva cura di far circolare continuamente l'acqua nella perforazione *P*. In tutte queste esperienze, era assai difficile sapere esattamente qual fosse la temperatura a cui veniva portato un conduttore come *C*, così protetto da robuste armature metalliche. Non si potevano usare pinze termoelettriche, giacchè la deformazione prodotta dal lavoro di compressione, ne produceva inevitabilmente la rottura. Ci si doveva accontentare di qualche indizio. E anzitutto un eguale cilindro *C* fu sottoposto all'azione della corrente di 2500 amp., nell'aria libera. Fu riconosciuto che esso assumeva una temperatura che certamente doveva essere vicina ai 2000° c. Ma era da sospettare che questa temperatura dovesse considerevolmente abbassarsi, quando il carbone *C* veniva circondato dalla magnesite e dal cilindro continuamente raffreddato *E*. Ciò non pertanto, in una delle esperienze eseguite, avendo predisposto un pezzo di filo di platino sulla sommità del carbone *C* e sotto il disco *B*, si riconobbe a esperienza finita, che esso aveva cambiato di struttura, presentando tracce evidenti di fusione. La temperatura dunque raggiungeva i 2000°c. nella camera di compressione.

Circolando nell'apparecchio la corrente elettrica, veniva continuamente posto in azione il torchio. Nelle prime ore che questa operazione durava, lo stantuffo *D* si abbassava rapidamente; e, ripetendola ad intervalli di tempo di 24 ore, si poté ridurre, dopo qualche giorno, il volume complessivo del carbone e della magnesite, ai $\frac{3}{4}$ circa del suo primitivo valore. Ma ben presto la resistenza offerta da questo ammasso, diveniva tale, che non era possibile più comprimere, durante il passaggio della corrente. A questo punto venne in aiuto un mezzo molto energico, per proseguire nella compressione. Il torchio veniva serrato al massimo, mentre la corrente era interrotta e tutto l'apparecchio era freddo. Veniva in seguito inviata la corrente; tutta la massa della camera *M*, veniva allora vivamente riscaldata, ed essa quindi, doveva dilatarsi. Questo sforzo produceva un considerevole aumento

di pressione (aumento che non si sarebbe potuto raggiungere semplicemente stringendo il torchio), e ciò doveva avere come conseguenza, una mutazione nello stato di aggregazione molecolare del carbone e della magnesite. Si interrompeva in seguito la corrente. La massa centrale raffreddandosi si restringeva, talchè si poteva nuovamente lavorare col torchio, ed abbassare lo stantuffo *D*. Inviando nuovamente la corrente elettrica, si produceva una nuova dilatazione, e ripetendo così alternatamente il riscaldamento e la compressione, fu riconosciuto potere aumentare a piacere la pressione, dentro i limiti di resistenza dell'apparecchio. Tutto il volume della camera di compressione era ridotto a $\frac{2}{3}$ circa del suo valore primitivo, e si sperava poter continuare nell'esperienza, quando le pareti della camera stessa si spezzarono in più punti. Non si trattava di esplosione, ma di rottura quasi silenziosa, non trovandosi nell'apparecchio nessun gas compresso. Dalle dimensioni dell'apparecchio, era facile calcolare quale doveva essere il valore di questa pressione di rottura. Essa fu valutata a circa 11000 atm. L'apparecchio fu allora smontato e vennero studiate le modificazioni che il trattamento indicato, aveva provocato nella massa rinchiusa nella camera di compressione.

Il cilindro *C* si era notevolmente schiacciato, e si era ingrossato nella parte centrale. Ciò era indizio di più elevata temperatura in quel punto. Esso si era altresì saldato sulle due piastre terminali *A* e *B*, ma con leggeri colpi si riuscì a staccarnelo. Una particolarità interessante è la seguente. Poichè non si aveva a propria disposizione un pezzo di carbone di storta di 25 mm. di diametro, quale occorreva alla formazione di *C*, si costruì questo cilindro mediante due metà, divise lungo un piano assiale e poste una accanto all'altra nell'apparecchio. Esse furono ritrovate, a esperienza terminata, fortemente saldate l'una all'altra, nè fu possibile staccarle. Il carbone dunque, sotto quelle alte pressioni e temperature, era divenuto pastoso tanto, che due pezzi separati si erano potuti saldare. Ma ciò che più interessava, era esaminare la struttura molecolare di questo carbone. E anzitutto il suo aspetto era completamente diverso, da quello del carbone di storta. Molto più morbido di questo, esso si lasciava rigare facilmente dall'unghia, dava al tatto quella sensazione saponacea caratteristica delle grafiti, e sulla carta lasciava facilmente una traccia nerastra. Mentre esso prima dell'esperienza aveva una densità di 1,77, dopo ne presentava una di 2,280; aumento considerevole da attribuirsi alla completa trasformazione in grafite compatta. L'involucro magnesiaco che circondava il carbone, era divenuto quasi polverulento in vicinanza delle pareti interne di *E*; in quel luogo infatti, non poteva agire l'azione calorifica, ma solo la meccanica prodotta dalla compressione. In vicinanza del carbone *C*, essa invece aveva assunto un aspetto molto più compatto e biancastro; la densità in quei punti era alquanto cresciuta, e quel materiale si era impoverito di ferro divenendo principalmente magnesia cristallizzata.

L'apparecchio fu ricostruito, foderandolo di anelli di diametro superiore a quello indicato nella fig. 2, e fu ancora ripetuta l'esperienza. Esso presentò una resistenza maggiore del primo, ed ogni giorno vi si faceva circolare la corrente di 2500 amp., per 4 o 5 ore. Ma dopo dieci giorni circa, lievi screpolature cominciarono ad indicare che esso avrebbe fatto la stessa fine del primo, talchè l'esperienza fu sospesa. Il carbone aveva questa volta assunto una densità maggiore, poichè da 1,77 era passato a 2,395, valore che è stato il massimo che si è potuto raggiungere in queste ricerche.

I pezzi di grafite ottenuti con questo mezzo, sono compatti e del peso di 10-12 gr. Essi presentano una densità alquanto più grande verso la parte centrale, dipendentemente dalla maggiore temperatura raggiunta in quei punti. Non si è potuto ancora procedere alla separazione delle varie qualità di carbonio, che certamente in essi sono contenute, poichè ciò è molto laborioso e lungo. Mi riservo dunque di ritornare in seguito su questo punto. Ma posso dire sin d'ora che, malgrado si sieno esercitate pressioni superiori a quelle di Moissan, e si sia lavorato alla stessa temperatura per un tempo molto più lungo, l'accrescimento della densità del carbone avviene in una guisa molto stentata. È dunque probabile che l'intervento della solubilità nel mezzo, sia un coefficiente principale, nella cristallizzazione del carbonio.

Chimica. — *Sulle soluzioni solide nelle miscele di tre sostanze.*

Nota di G. BRUNI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Sui diversi casi possibili negli equilibri fisici nelle miscele di tre sostanze ove non v'intervengano soluzioni solide, vennero eseguiti moltissimi lavori. Uno studio riassuntivo completo di tali fenomeni si trova nel noto libro: *The phase rule* di W. D. Bancroft (Cap. XI, pagg. 146-164).

Gli equilibri fisici nei sistemi ternari nei quali possano formarsi soluzioni solide non furono invece finora studiati completamente. All'infuori degli studi fondamentali di Bakhuis Roozeboom ⁽¹⁾ sulla solubilità dei sali isomorfi, e di alcune mie ricerche sulle temperature criodratriche di due corpi isomorfi in un terzo solvente, può dirsi che su questi argomenti non sia stato eseguito alcun altro lavoro fondato sulle teorie moderne. Io intendo quindi di esaminare il più completamente possibile in base alla teoria delle fasi, i diversi casi che possono avvenire nei sistemi ternari dove possono formarsi soluzioni solide.

Come venne dimostrato principalmente da Roozeboom e da me ⁽²⁾, le mi-

⁽¹⁾ Zeitschr. f. physik. Ch. VIII, 504, 531.

⁽²⁾ Gazz. chim. ital. 1897, I, 549; 1898, II, 522.