

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI  
1924

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XXXIII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

---

1924

villé, caratterizzerebbero il Cuisiano; negli altri orizzonti (conglomerati, brecciole, marne o calcari) abbondano forme del Luteziano; solo alla sommità del monticello tra la pietra chilometrica 35 e il fiume ho trovato anche qualche nummulite dell'Auversiano.

Circa l'età dei calcari e delle dolomie del Monte Tuttavista dirò solo che in due punti (nel Badde Birralu a circa 470 metri sul mare, e presso la punta di q. 725), ho creduto vedere resti di *Hippurites* e di *Radiolitidae*; trattandosi di fossili incompleti e assai mal conservati mi limito per ora ad esporre questo mio dubbio, riservandomi di tornare sull'argomento se riuscirò a trovare materiale migliore.

Se le mie conclusioni circa l'età del sabbione d'Orosei sono giuste, è degno di considerazione il fatto che questo Pliocene marino si trova proprio sopra e accanto all'Eocene marino, e proprio dove il Miocene manca; si direbbe che durante il Terziario un movimento di bilancia abbia fatto muovere in senso contrario la regione di Orosei e tutto il resto della Sardegna, sollevandosi l'una quando si sprofondava l'altro, e viceversa.

**Cristallografia.** — *Considerazioni sul peso specifico dei minerali e dei composti chimici cristallizzati* <sup>(1)</sup>. Nota di UGO PANICHI, presentata dal Socio F. MILLOSEVICH <sup>(2)</sup>.

Una delle prime questioni, che mi posi riflettendo sul valore scalare del peso specifico nei cristalli, fu quella di vedere come varia il peso specifico di un corpo semplice allo stato solido allorchando esso entra a far parte di una combinazione, anch'essa allo stato solido. La questione si può anche enunciare considerando, invece del peso specifico, il volume atomico, il quale, naturalmente, varia in ragione inversa del peso specifico, giacchè noi pensiamo il loro prodotto (ossia il peso atomico) come invariabile nel corpo semplice, sia esso libero, sia combinato.

Che da un caso all'altro non sia invariabile anche il volume atomico, risultò dalle note ricerche di Schröder, il quale giunse anche ad ammettere che i vari volumi atomici relativi ad uno stesso elemento stessero fra loro in rapporti semplici; ma tale ipotesi non trovò che in casi specialissimi la conferma nell'esperienza. Neppure ulteriori studi (Lothar Meyer, Alvisi, Pisani, Colomba, ecc.) condussero a risultati sintetici e generali. Il volume molecolare  $V_a$ , dedotto dalla densità di un composto solido, è in generale diverso dal volume molecolare  $V_s$ , ricavato dalla somma dei volumi atomici; e può essere, secondo i casi,  $V_a \cong V_s$ . Osserviamo che, mentre nei

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nell'Istituto di Mineralogia della R. Università di Siena.

<sup>(2)</sup> Pervenuta all'Accademia il 13 agosto 1924.

gas, e anche in liquidi esenti da polimerizzazione, si ha  $V_a = V_s + C$ , dove  $C$  (*covolume*) è una quantità positiva, nei composti solidi la differenza  $V_a - V_s$  può essere anche negativa; e ciò dipende appunto dal fatto che i valori dei volumi atomici cambiano nell'atto della combinazione solida e dipendentemente dalla natura di questa.

Senza occuparmi delle ricerche altrui, io mi proposi di considerare un gran numero di composti cristallizzati, di cui anche i componenti possano aversi cristallizzati; e cominciai col fare alcune considerazioni teoriche, le quali formano appunto oggetto della presente Nota.

Consideriamo un composto chimico solido, e cominciamo dal caso di un composto binario; indichiamo questo con  $M^\alpha X^\beta$ . Sia  $D$  la sua densità determinata sperimentalmente e sia  $A$  la densità dedotta dal rapporto fra il peso molecolare e la somma dei volumi atomici. Indichiamo poi con  $D_1, P_1, V_1$ , con  $D_2, P_2, V_2$  la densità, il peso atomico e il volume atomico rispettivamente di  $M$  e di  $X$  allorchè questi sono corpi semplici, cioè non combinati, e solidi. Sarà  $V_1 = \frac{P_1}{D_1}$ ,  $V_2 = \frac{P_2}{D_2}$ .

Il peso molecolare di  $M^\alpha X^\beta$  sarà  $P_m = \alpha P_1 + \beta P_2$ .

Finalmente chiameremo  $\delta_1, v_1$ , e  $\delta_2, v_2$  le densità e i volumi atomici che  $M$  e  $X$  hanno rispettivamente in  $M^\alpha X^\beta$ ; e chiameremo *sinvolumi atomici* di  $M$  e di  $X$  in  $M^\alpha X^\beta$  le espressioni  $\alpha v_1$  e  $\beta v_2$ .

Se dunque pensiamo due reticolati spaziali atomici coesistenti e compenetrantisi in modo che nell'unità di volume (ad es. un centimetro cubo) del composto si abbiano  $K\alpha$  atomi di  $M$  e  $K\beta$  atomi di  $X$ , sarà  $\delta_1$  la densità del complesso di quei  $K\alpha$  atomi occupanti 1 cc., e parimenti  $\delta_2$  quella relativa ai  $K\beta$  atomi; e poichè i due complessi coesistono formando  $K(\alpha + \beta)$  atomi distribuiti in 1 cc., sarà evidentemente

$$(I) \quad \delta_1 + \delta_2 = D.$$

D'altra parte le densità sono proporzionali ai rispettivi pesi, e quindi sarà anche

$$(II) \quad \delta_1 : \delta_2 = \alpha P_1 : \beta P_2.$$

Le equazioni I e II ci permettono di determinare  $\delta_1$  e  $\delta_2$  quando sia nota  $D$ . Inoltre abbiamo, per la II,

$$\frac{\delta_1 + \delta_2}{\delta_1} = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\alpha P_1} ; \quad \frac{\delta_1 + \delta_2}{\delta_2} = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\beta P_2},$$

da cui, per la I,

$$(III) \quad \frac{D_2}{\delta_1 \delta_2} = \frac{(\alpha P_1 + \beta P_2)^2}{\alpha P_1 \cdot \beta P_2} \text{ e quindi } D = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\sqrt{\frac{\alpha P_1}{\delta_1} \cdot \frac{\beta P_2}{\delta_2}}} = \frac{P_m}{\sqrt{\alpha v_1 \cdot \beta v_2}}.$$



L'espressione  $\sqrt{\alpha v_1 \cdot \beta v_2}$  è la media geometrica dei sinvolumi atomici di M e di X. Ora è facile verificare che essa è anche eguale alla loro media aritmetica. Questa infatti è

$$\frac{\alpha v_1 + \beta v_2}{2} = \frac{1}{2} \frac{\alpha P_1 \delta_2 + \beta P_2 \delta_1}{\delta_1 \delta_2} = \frac{\beta P_2}{\delta_2}$$

Ma anche

$$\sqrt{\alpha v_1 \cdot \beta v_2} = \sqrt{\frac{\alpha P_1 \cdot \beta P_2}{\delta_1 \delta_2}} = \sqrt{\frac{\beta P_2}{\delta_2} \cdot \frac{\beta P_2}{\delta_2}} = \frac{\beta P_2}{\delta_2}$$

Quindi

$$\frac{\alpha v_1 + \beta v_2}{2} = \sqrt{\alpha v_1 \cdot \beta v_2}$$

e perciò

$$(IV) \quad \alpha v_1 = \beta v_2;$$

ossia: nei composti binari i sinvolumi atomici degli elementi in combinazione sono eguali fra loro; od anche: i volumi atomici degli elementi combinati stanno fra loro nel rapporto  $\beta/\alpha$ , e quindi in rapporto semplice; od anche (chiamando  $\varepsilon_1 \varepsilon_2$  le valenze di M ed X in  $M^\alpha X^\beta$  e notando che  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ ): i volumi atomici degli elementi combinati stanno fra loro come le rispettive valenze. Segue anche che: la densità di un composto binario solido è data dal rapporto fra il peso molecolare e la media (aritmetica o geometrica, indifferentemente) dei sinvolumi atomici dei due elementi combinati.

Per le III e IV abbiamo pure

$$(V) \quad D = \frac{P_m}{\alpha v_1} = \frac{P_m}{\beta v_2}$$

e quindi: la densità del composto è eguale al rapporto fra il peso molecolare e il sinvolume atomico di uno qualunque dei due elementi combinati.

E poichè, d'altra parte, abbiamo  $D = \frac{P_m}{V_m}$ , sarà dunque

$$(6) \quad V_m = \alpha v_1 = \beta v_2, \text{ o anche } \alpha v_1 + \beta v_2 = 2V_m;$$

cioè: la somma dei sinvolumi atomici è eguale al doppio del volume molecolare.

$$\text{Ora poi, essendo } \Delta = \frac{P_m}{\alpha v_1 + \beta v_2}, \text{ sarà } \frac{\Delta}{D} = \frac{\alpha v_1}{\alpha v_1 + \beta v_2} = \frac{\beta v_2}{\alpha v_1 + \beta v_2}.$$

Quindi avremo  $\mathcal{A} \cong D$ , secondo che  $\alpha v_1 \cong \alpha V_1 + \beta V_2$ , ossia secondo che

$$(VII) \quad \left. \begin{aligned} v_1 &\cong V_1 + \frac{\beta}{\alpha} V_2 \\ \text{e, analogamente, } v_2 &\cong V_2 + \frac{\alpha}{\beta} V_1 \end{aligned} \right\}$$

da cui segue anche che

$$D = \mathcal{A} \quad \text{se} \quad \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{D} = \frac{\alpha P_1}{D_1} + \frac{\beta P_2}{D_2}.$$

Le cose dette si estendono facilmente al caso di un composto ternario; così le formule trovate divengono

$$(I') \quad \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = D \quad ; \quad (II') \quad \delta_1 : \delta_2 : \delta_3 = \alpha P_1 : \beta P_2 : \gamma P_3 ;$$

$$(III') \quad D = \frac{P_m}{\sqrt{\alpha v_1 \cdot \beta v_2 \cdot \gamma v_3}} \quad ; \quad (IV') \quad \alpha v_1 = \beta v_2 = \gamma v_3 ;$$

$$(VI') \quad \alpha v_1 + \beta v_2 + \gamma v_3 = 3V_m ;$$

e perciò: *la somma dei sinvolumi atomici di un composto è eguale al volume molecolare moltiplicato per il numero degli elementi presenti.*

Inoltre  $\mathcal{A} = \frac{P_m}{\alpha V_1 + \beta V_2 + \gamma V_3}$  e perciò  $\mathcal{A} \cong D$  secondo che

$$(VII') \quad \left\{ \begin{aligned} r_1 &\cong V_1 + \frac{\beta}{\alpha} V_2 + \frac{\gamma}{\alpha} V_3 \\ v_2 &\cong V_2 + \frac{\alpha}{\beta} V_1 + \frac{\gamma}{\beta} V_3 \\ v_3 &\cong V_3 + \frac{\alpha}{\gamma} V_1 + \frac{\beta}{\gamma} V_2 \end{aligned} \right.$$

Per applicare i precedenti risultati possiamo ora considerare solo il caso dei composti binari. Sceglieremo un certo numero di composti di cui sia nota la densità  $D$  e calcoleremo per ciascuno la densità  $\mathcal{A}$ . Ricavati poi i valori di  $\delta_1$  e  $\delta_2$ , formeremo i rapporti  $\frac{\delta_1}{D_1}$  e  $\frac{\delta_2}{D_2}$  che porteremo sopra due assi coordinati ortogonali; cosicchè ad ogni composto corrisponderà un punto del piano: anzi un punto del primo quadrante, essendo i detti rapporti evidentemente sempre positivi. Indicando questi, per brevità, con  $R_1$  e  $R_2$ , osserviamo che

$$R_1 = \frac{\delta_1}{D_1} = \frac{V_1}{v_1} \quad , \quad R_2 = \frac{\delta_2}{D_2} = \frac{V_2}{v_2}.$$

Sia l'asse delle  $x$  quello relativo all'elemento  $X$ , cioè ad  $R_2$ , e quindi l'asse delle  $y$  quello relativo ad  $R_1$ . Siano  $A$  e  $B$  i punti rispettivamente situati sui due assi all'unità di distanza dall'origine. Il punto  $S$  di coordinate  $(1, 1)$

rappresenterà il caso in cui la densità di ambedue gli elementi M ed X rimanga invariata allorchè essi si combinano.

Osserviamo che per ogni composto si ha  $\frac{R_1}{R_2} = \operatorname{tg} \omega$ , essendo  $\omega$  l'angolo fatto con l'asse delle  $x$  dalla retta passante per il punto rappresentativo di quel composto e per l'origine. Perciò un raggio uscente dall'origine, il quale ruoti percorrendo il quadrante dall'asse delle  $y$  all'asse delle  $x$ ,

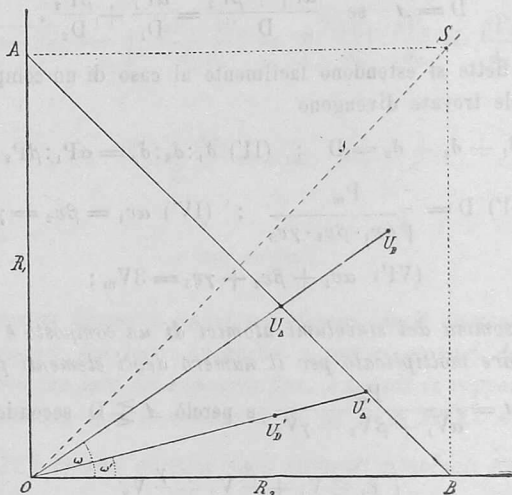


FIG. 1.

incontrerà successivamente punti per i quali il valore di  $\frac{R_1}{R_2}$  diviene via via minore. Se  $s$  è la bisettrice dell'angolo  $\widehat{xy}$ , sarà  $\frac{R_1}{R_2} < 1$  per i punti giacenti nell'angolo  $\widehat{sx}$ ; sarà  $\frac{R_1}{R_2} > 1$  per quelli dell'angolo  $\widehat{sy}$ .

Ora possiamo, invece che D, considerare  $A$  e ripetere le operazioni fatte partendo da D. Avremo analogamente

$$\delta'_1 + \delta'_2 = A \quad \text{e} \quad R'_1 = \frac{\delta'_1}{D_1}, \quad R'_2 = \frac{\delta'_2}{D_2}, \quad \frac{R'_1}{R'_2} = \operatorname{tg} \omega'.$$

Si vede subito che, siccome tanto le  $\delta$  quanto le  $\delta'$  obbediscono alla (II), ne risulta  $\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \omega'$ .

Ma per i punti rappresentativi dei singoli composti, ottenuti partendo dai rispettivi valori di  $A$ , troveremo ora un'importante proprietà.

Infatti

$$A = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\alpha V_1 + \beta V_2}, \quad \text{ossia} \quad \delta'_1 + \delta'_2 = \frac{\alpha P_1 + \beta P_2}{\frac{\alpha P_1}{D_1} + \frac{\beta P_2}{D_2}};$$

inoltre  $\frac{d'_1}{d'_2} = \frac{\alpha P_1}{\beta P_2}$ , ossia

$$(VIII) \quad d_1 \beta P_2 = d'_2 \alpha P_1$$

e perciò

$$\frac{\alpha P_1 d'_2 (d'_1 + d'_2)}{D_1 D_2} = \frac{(\alpha P_1 + \beta P_2) d'_1 d'_2}{d'_1 D_2 + d'_2 D_1}$$

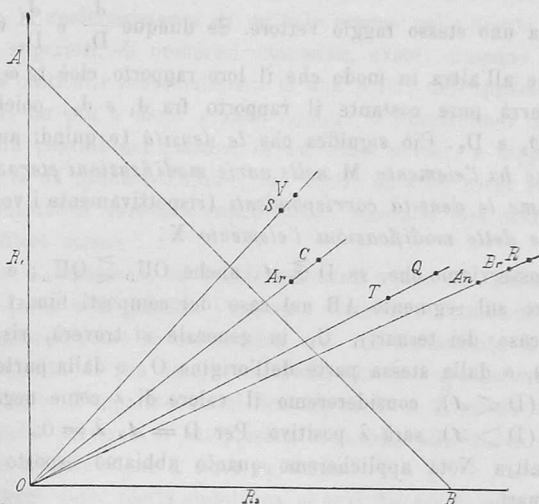


FIG. 2. — *V* = Valentinite; *S* = Senarmontite; *C* = Claudetite; *Ar* = Arsenolite; *Q* = Quarzo; *T* = Tridimite; *R* = Rutilo; *Br* = Brookite; *An* = Anatasio.

Ma poichè i numeratori, per la VIII, sono eguali fra loro, sarà anche

$$D_1 D_2 = d'_1 D_2 + d'_2 D_1, \text{ ossia } \frac{d'_1}{D_1} + \frac{d'_2}{D_2} = 1, \text{ ossia (IX) } R'_1 + R'_2 = 1.$$

Ma  $R'_1$  e  $R'_2$  sono le coordinate del punto rappresentativo di un dato composto; ora l'equazione IX esprime una retta che incontra gli assi a distanze eguali dall'origine ed eguali ad 1. Perciò: *tutti i punti rappresentativi dei composti binari si trovano allineati sopra il segmento AB.*

Questo risultato si estende facilmente al caso di un composto ternario di cui si consideri la densità  $\Delta$ . Basta supporre riportati su tre assi ortogonali i valori  $R_1, R_2, R_3$ . Allora i punti rappresentativi dei composti ternari si troveranno tutti sul piano passante per i punti A, B, C (essendo  $OA = OB = OC = 1$ ); anzi *i detti punti rappresentativi saranno tutti contenuti nel triangolo ABC.*

Per ogni composto i due punti  $U_D$  e  $U_\Delta$ , corrispondenti alle densità  $D$  e  $\Delta$ , si trovano sopra uno stesso raggio uscente dall'origine (fig. 1). Il raggio



vettore  $OU_D$  cresce con  $D$ ; ma l'angolo  $\omega$ , che esso fa con l'asse  $\alpha$ , è indipendente da  $D$ , essendo (per la II)

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\delta_1}{\delta_2} \cdot \frac{D_1}{D_2} = \frac{\alpha P_1}{\beta P_2} \cdot \frac{D_2}{D_1}.$$

Perciò, anche nei casi di polimorfismo che presentano alcuni composti (vedi qualche esempio di ossidi in fig. 2) un medesimo valore di  $\operatorname{tg} \omega$  corrisponde alle due o più modificazioni eteromorfe, ossia i punti  $U'_D, U''_D, U'''_D \dots$  appartengono a uno stesso raggio vettore. Se dunque  $\frac{\delta_1}{D_1}$  e  $\frac{\delta_2}{D_2}$  variano da una modificazione all'altra in modo che il loro rapporto, cioè  $\operatorname{tg} \omega$ , rimanga costante, rimarrà pure costante il rapporto fra  $\delta_1$  e  $\delta_2$ , poichè è costante quello fra  $D_1$  e  $D_2$ . Ciò significa che *le densità* (e quindi anche i volumi atomici), *che ha l'elemento M nelle varie modificazioni eteromorfe, stanno fra loro come le densità corrispondenti* (rispettivamente i volumi atomici) *che ha nelle dette modificazioni l'elemento X*.

Infine osserviamo che, se  $D \geq A$ , anche  $OU_D \geq OU_A$ ; e poichè  $U_A$  si trova sempre sul segmento  $AB$  nel caso dei composti binari (o sul piano  $ABC$  nel caso dei ternari),  $U_D$  in generale si troverà, rispetto ad  $AB$  (o ad  $ABC$ ), o dalla stessa parte dell'origine  $O$ , o dalla parte opposta. Nel primo caso ( $D < A$ ), considereremo il valore di  $\lambda$  come negativo; nel secondo caso ( $D > A$ ), sarà  $\lambda$  positivo. Per  $D = A$ ,  $\lambda = 0$ .

In un'altra Nota applicheremo quanto abbiamo esposto al caso dei composti binari.

**Botanica.** — *Sopra alcune esperienze a conferma della teoria statolitica* (1). Nota del dott. G. MICATOVICH, presentata dal Corrispondente E. CARANO (2).

È un fatto da lungo tempo noto che le diverse parti del corpo dei vegetali godono della capacità di assumere una determinata posizione, in rapporto con la forza di gravità. Tale proprietà è detta geotropismo.

È pure accertato che l'azione della gravità sui diversi organi della pianta non è meccanica, come ritennero Knigt, Hofmeister ed altri, ma di stimolo e quindi va considerata quale fattore determinante. Questa nuova interpretazione dell'azione della gravità, a cui si pervenne in seguito ai lavori del Johnson, di Pinot e per merito delle interpretazioni di Dutrochet, Frank, Pfeffer e Sachs, fece sorgere la questione di vedere come lo stimolo gravità

(1) Lavoro eseguito nel R. Istituto botanico di Firenze.

(2) Pervenuta all'Accademia il 9 agosto 1924.