

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Mineralogia. — *Preparazione di liquidi per la separazione dei minerali.* Nota dell'ing. ENRICO CLERICI, presentata dal Socio G. STRÜVER.

La separazione dei minerali col metodo dei liquidi pesanti, nei quali alcuni galleggiano, altri calano a fondo, dà buoni risultati finchè i singoli granuli non sono troppo piccoli, perchè la viscosità del liquido tende a paralizzarne il movimento; e quando si scelga opportunamente la densità del liquido in ciascuna separazione. Infatti a causa del variabile peso specifico dei minerali, dipendente dallo stato d'aggregazione, dalle miscele isomorfe, dalle inclusioni di altra natura, raramente una delle porzioni separate sarà costituita da un solo minerale; vi sarà piuttosto un minerale prevalente da concentrarsi in successive operazioni. Ma il principale ostacolo alla generalizzazione del metodo è dovuto alla limitata scelta di liquidi applicabili nei singoli casi (¹).

Essendomisi presentata più volte l'occasione di servirmi di questo metodo, sono stato indotto a fare una serie di ricerche per trovare, se possibile, altri liquidi che presentassero qualche vantaggio su quelli già in uso.

Per solito questi liquidi vengono distinti in due categorie:

I. Liquidi ottenuti per soluzione di una o più sostanze solide o liquide in adatto solvente.

II. Liquidi ottenuti per fusione di sostanze solide a temperatura ordinaria.

Alla prima categoria appartengono i seguenti:

Liquido di Thoulet (²), o soluzione acquosa di iodomercurato potassico: densità = 3,19 a 20° C.

Liquido di Duboin (³), o soluzione acquosa di iodomercurato di sodio: $d = 3,46$ a 26°.

Liquido di Rohrbach (⁴), o soluzione acquosa di iodomercurato di

(¹) Il metodo è stato anche applicato all'analisi mineralogica del terreno agrario ed alla separazione di prodotti di laboratorio.

(²) Goldschmidt V., *Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen*, Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Palaeont. 1881. Beilage-B. I, pp. 178-238.

(³) Duboin, *Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins*, Comptes Rendus Ac. sc. Paris, 1905, vol. 141, pp. 385-388.

(⁴) Rohrbach C., *Ueber die Verwendbarkeit einer Baryumquecksilberjodid-Lösung zu petrographischen Zwecken*, N. Jahrb. 1883, II, pp. 186-188.

bario: $d = 3,55$. Retgers ⁽¹⁾ potè aumentarne la densità fino a 3,65, sciogliendovi iodio: la soluzione è però opaca.

Liquido di Klein ⁽²⁾, o soluzione acquosa di borotungstato di cadmio: $d = 3,36$.

Liquido di Brauns ⁽³⁾, o ioduro di metilene: $d = 3,324$ a 16° ; $= 3,304$ a 25° . Retgers ⁽⁴⁾ ne aumentò la densità sciogliendovi iodoformio: $d = 3,45$ a 24° , oppure iodio: $d = 3,54$ a 23° , od ambedue: $d = 3,60$ a $3,65$, oppure tetraioduro di stagno: $d = 3,48$ a 10° , triioduro d'arsenico: $d = 3,44$ a 12° , triioduro d'antimonio: $d = 3,45$ a 12° . Ma queste ultime cinque soluzioni sono di colore oscuro, affatto opache.

Bromoformio, indicato da Schroeder van der Kolk ⁽⁵⁾: $d = 2,88$ a 0° , $= 2,84$ a 12° .

Liquido di Muthmann ⁽⁶⁾, o tetrabromuro d'acetilene: $d = 3,00$ a 6° , $= 2,97$ a 15° .

Liquido di Retgers ⁽⁷⁾ o soluzione di tetraioduro di stagno in tribromuro d'arsenico: $d = 3,73$ a 15° .

Alla seconda categoria appartengono i seguenti:

Borotungstato di cadmio fuso a 76° nella propria acqua di cristallizzazione: $d = 3,60$.

Miscela di Bréon ⁽⁸⁾; cloruro di piombo e cloruro di zinco in rapporto variabile fusi in bagno di sabbia a circa 400° : densità da 5,0 a 2,40.

Nitrato d'argento ⁽⁹⁾ fusibile a 198° : $d = 4,1$; miscibile con nitrato di sodio o di potassio.

Nitrato d'argento con ioduro d'argento ⁽⁹⁾, fusibile a $65-70^\circ$, non diluibile: $d =$ circa 5.

⁽¹⁾ Retgers J. W., *Ueber schwere Flüssigkeiten zur Trennung von Mineralien*, N. Jahrb. 1889, II, pp. 185-192.

⁽²⁾ Klein D., *Sur une solution de densité 3,28 propre à l'analyse immédiate des roches*, C. Rendus, 1881, vol. 93, pp. 318-321.

⁽³⁾ Brauns R., *Ueber die Verwendbarkeit des Methylenjodids bei petrographischen und optischen Untersuchungen*, N. Jahrb. 1886, II, pp. 72-78.

⁽⁴⁾ Retgers J. W., *Die Bestimmung des spezifischen Gewichts von in Wasser löslichen Salzen. Die Darstellung neuer schwerer Flüssigkeiten* Zeitschrift. Physikalische Chemie, 11, 1893, pp. 328-344.

⁽⁵⁾ Schroeder van der Kolk J. L. C., *Beitrag zur Kartirung der quartären Sande* N. Jahrb. 1895, I, pp. 272-276.

⁽⁶⁾ Muthmann W., *Ueber eine zur Trennung von Mineralgemischen geeignete schwere Flüssigkeit*. Zeitschrift f. Kryst. u. Min. (Groth), 30, 1899, pp. 73-74.

⁽⁷⁾ Retgers J. W., *Die Bestimmung*, ecc., op. cit.

⁽⁸⁾ Bréon R., *Séparation des minéraux microscopiques lourds*, Bull. Soc. min. de France, III, 1880, pp. 46-56.

⁽⁹⁾ Retgers J. W., *Ueber schw. Flüssigkeiten*, ecc., op. cit.

Nitrato mercurioso, proposto da Retgers (1) pel suo basso prezzo, fusibile a 70°: $d = 4,3$; diluibile con acqua.

Miscela di Retgers (2): Nitrato d'argento con nitrato di tallio, fusibile a 75°, liquido incolore diluibile con acqua: $d = 4,8$. — Nitrato mercurioso con nitrato di tallio, fusibile a 76°, liquido incolore, miscibile con acqua: $d =$ circa 5,2.

Nella pratica, oltre alle proprietà fisiche e chimiche di questi liquidi, devesi pur tener conto del costo, ed è per ciò che nelle mie ricerche mi ero proposto anche quella di un liquido molto economico, non importa se di densità poco elevata, per trattare, ad esempio, forti quantità di sabbie onde separare alcuni minerali pesanti che vi si trovano in dose molto piccola.

Ora il costo dei liquidi di Thoulet, di Duboin, di Rohrbach è principalmente dovuto allo iodio; e poichè i bromuri costano meno dei ioduri corrispondenti, sorge naturale l'idea di sostituirli a questi e di scegliere fra i bromuri quello di bario perchè è il più a buon mercato di tutti.

Sciogliendo 200 gr. di bromuro di bario cristallizzato con 300 gr. di bromuro mercurico in 90 cm³ d'acqua e scaldando leggermente per accelerare la soluzione, si ottengono circa 180 cm³ di un liquido incolore, la cui densità = 3,137 a 10°. Si può diluire con acqua in qualunque proporzione e rigenerare indefinitamente concentrando le lavature e i residui filtrati. È da preferirsi al liquido di Thoulet, del quale ha quasi la stessa densità, anche per la sua inalterabilità all'aria ed alla luce e per essere meno corrosivo.

Molto assegnamento avevo fatto sul tetrabromuro di stagno (Sn Br⁴), che ha la costituzione di un composto organico. Fuso a 29° è un liquido incolore, $d = 3,32$, mobilissimo, interamente volatile, solubile in tutte le proporzioni nel tetracloruro di carbonio. Sfortunatamente sponde fumi all'aria ed è sensibilissimo all'umidità che lo decompone. Se il materiale da separare non è ben secco e l'apparecchio non è sufficientemente protetto anche dall'umidità atmosferica, i granuli aderiscono fra loro e alle pareti dell'apparecchio, guastando la separazione; perciò, dopo breve uso, l'ho abbandonato.

Ho abbandonato pure il bromoformio, dall'odore molesto, facilmente alterabile alla luce ed in presenza di prodotti ferruginosi, adottando il tetrabromuro di acetilene (C²H²Br⁴), il quale è anche preferibile, quando non occorra densità superiore a 3,00, allo ioduro di metilene pel costo circa tre volte minore e per la maggiore stabilità. Si può diluire con benzolo, cloro- e bromobenzolo, oppure con tetracloruro di carbonio che ho trovato molto

(1) Retgers J. W., *Versuche zur Darstellung neuer schwerer Flüssigkeiten zur Mineraltrennung*. — II. *Die Nitrate und Doppelnitrate der Schwermetalle als schwere Schmelzen*, N. Jahrb. 1896, II, pp. 183-195.

(2) Retgers J. W., *Thalliumsilbernitrat als schwere Schmelze zu Mineraltrennungen*, N. Jahrb. 1893, I, pp. 90-94; *Versuche zur Darstell.*, ecc. — II. *Die Nitrate und Doppelnitrate*, ecc., op. cit.

conveniente per le lavature, sia pel basso prezzo, sia per la sua volatilità. Ho cercato di aumentarne la densità per mezzo degli ioduri di mercurio (HgI^2), di stagno (SnI^4), di antimonio (SbI^3), di arsenico (AsI^3), ma questi sono molto solubili a caldo, dando soluzioni intensamente colorate, e precipitano in massima parte a freddo; anche il selenio vi si scioglie, dando un liquido giallo nerastro, ma senza risultato pratico. Il tetrabromuro di stagno (SnBr^4) vi si scioglie molto bene, tanto a freddo che a caldo, dando un liquido incolore. La soluzione satura a 10° ha densità 3,30. Presenta però gli stessi difetti, forse un pò attenuati, del tetrabromuro di stagno.

Ma ciò che interessava maggiormente è la preparazione di una soluzione di densità superiore o almeno uguale a quella del liquido di Retgers, il quale, se risponde bene allo scopo per la sua mobilità, ha però gravi inconvenienti: di essere di colore rosso bruno affatto opaco, di doversi diluire con ioduro di metilene, di emettere vapori molto velenosi di bromuro di arsenico (¹), nonchè di essere alquanto sensibile all'umidità e perciò alterabile.

Ho cercato fra i sali dei metalli di più elevato peso atomico e monovalenti, perchè nei bivalenti è come il peso fosse la metà. Con tali requisiti non vi sono che il mercurio (200) ed il tallio (204): ho fissato l'attenzione a quest'ultimo.

I sali tallosi ad acido minerale sono tutti poco solubili tanto a caldo che a freddo, e le loro soluzioni sature hanno densità molto bassa. Il nitrato, che è il più solubile a caldo, dà una soluzione satura a 100° la quale raggiunge appena la densità 3. Sono perciò ricorso ai sali degli acidi organici e particolarmente a quelli che hanno una percentuale di metallo più elevata. Detta percentuale, supponendoli neutri ed anidri, risulta dalla seguente tabella:

Sali degli acidi monobasici	Tl %	Sali degli acidi bibasici	Tl %
Formiato	81,92	Ossalato	82,26
Acetato	77,56	Malonato	80,00
Propionato	73,64	Maleato	78,16
Glicolato	73,11	Fumarato	78,16
Lattato	69,62	Succinato	77,86
		Malato	75,55

I sali di questi acidi monobasici sono tutti molto solubili in acqua e la loro solubilità cresce rapidamente coll'aumentare della temperatura.

(¹) Se la bottiglia che lo contiene non è a perfetta tenuta, anzi suggellata con paraffina, i vapori che se ne sviluppano, specialmente d'estate, intaccano o sporcano tutti gli oggetti circostanti.

Il propionato è il meno fusibile; non fonde prima di 135-140°, ed ha densità molto bassa, circa 2,80; il quarzo ed il berillo vi galleggiano, ma l'attinolite vi si affonda, e quindi anche le soluzioni non hanno importanza.

L'acetato fonde a 110°; la cianite vi galleggia, ma non il piropo; quindi la sua densità è circa 3,68. Nella soluzione satura a 10° la leucite (2,40) galleggia, il quarzo (2,65) affonda. Dallo stato di soluzione passa gradatamente a quello di fusione.

Il formiato fonde a 95°; l'ilmenite vi galleggia: quindi la sua densità è di poco inferiore a 5,0; anch'esso, passa gradatamente dallo stato di soluzione a quello di fusione.

Il glicolato, ottenuto saturando con carbonato di tallio ⁽¹⁾ l'acido glicolico fuso a bagnomaria, ha densità inferiore a 3,95, perchè il corindone vi affonda, mentre il piropo vi galleggia. Le soluzioni concentrate a caldo sono sciroppose: assorbono l'umidità atmosferica, si mantengono liquide anche alle ordinarie temperature ed hanno densità elevata.

Le soluzioni di lattato già al punto di galleggiamento dell'idocrasio (3,40) sono molto viscosi ed inservibili.

Il formiato adunque offre maggiori vantaggi. Con una serie di determinazioni ho costruito la curva riprodotta nella figura qui appresso, la quale indica la densità delle sue soluzioni sature alle varie temperature. Disegnata più in grande, la curva può servire per la determinazione approssimativa di densità, colla sola lettura del termometro al momento in cui il minerale galleggia, partendo da una soluzione satura a temperatura ordinaria ed aggiungendo formiato in polvere mano mano che la temperatura aumenta, curando che questa non retroceda, perchè si formano soluzioni soprassature. Per ogni grado di temperatura fra 10 e 50° l'incremento medio della densità è 0,024.

Le soluzioni in qualunque grado di concentrazione ⁽²⁾ sono incolori e mobili come l'acqua, diluibili e facilmente rigenerabili e perfettamente adatte alla separazione.

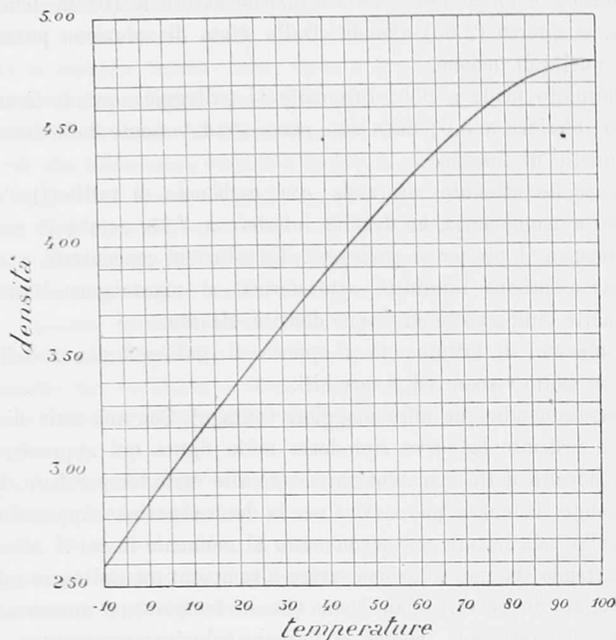
Come risulta dalla curva, alle temperature che si dicono ordinarie, per esempio fra 12 e 26°, il liquido presenta densità 3,17 a 3,54, può essere sostituito, quando non si veda ostacolo nel maggior costo, al liquido di Thoulet; a quello di Klein, la cui preparazione è molto laboriosa; a quello di Duboin, che non può diluirsi con acqua, ma con alcool, e, per tempera-

⁽¹⁾ Per preparare il carbonato di tallio, divido il metallo in pezzi, li batto col martello per ridurli in lamina, che avvolgo a mo' di trucioli e li metto in recipiente aperto con poca acqua che ne bagni soltanto una parte. Dopo un po' di tempo, per es. un giorno, aggiungo acqua, scaldo, filtro e lascio cristallizzare e così fino all'esaurimento del metallo.

⁽²⁾ A 10° in un cm³ d'acqua si possono sciogliere gr. 5 di form. Tl e la soluzione è satura.

ture superiori a 26°, anche a quello di Rohrbach, difficile a diluirsi senza far separare ioduro mercurico.

Allo stato di fusione, il formiato di tallio è pure incolore e mobilissimo; può essere mantenuto anche a 110° senza sensibile alterazione.



In confronto degli altri liquidi di fusione, il formiato di tallio è preferibile alla miscela di Bréon che ha l'inconveniente di richiedere una temperatura troppo elevata; al nitrato d'argento che macchia di nero e raggiunge una densità appena superiore a 4; al nitrato d'argento con ioduro d'argento che non si può diluire; al nitrato mercurioso che è facilmente alterabile e di incomodo ricupero.

Per preparare i sali degli acidi bibasici indicati nella precedente tabella, ho fatto agire i vari acidi colla quantità necessaria di carbonato di tallio ⁽¹⁾ in poca acqua, concentrando a bagnomaria. Tutti, meno il malato, cristallizzano facilmente in bei cristalli splendenti. Sono poco fusibili; sotto i 140° non fonde che il solo malonato (circa 135°).

⁽¹⁾ Si possono ottenere i vari sali anche per azione diretta degli acidi in soluzione acquosa sul metallo; ma l'attacco è molto lento. Il formiato e l'acetato che ho preparato in tal modo con acidi formico e acetico purissimi della marca speciale Kahlbaum non sono deliquescenti.

L'ossalato ed il fumarato sono poco solubili; il maleato lo è di più, e più ancora il succinato nella cui soluzione satura a 10° galleggia lo zolfo, ma non la leucite; in quella del malonato galleggia il berillo (2,72), ma non l'attinolite (3,01).

Il malato fornisce a caldo soluzioni di elevata densità, ma già al punto di galleggiamento del piropo sono molto viscosi, quasi gommose, e si mantengono liquide per molto tempo anche a bassa temperatura, e non sono adatte allo scopo. Dei sali ad acido tribasico ho esaminato il solo citrato che cristallizza facilmente e dà soluzioni di bassa densità.

Fra tutti i sali ora sperimentati, il formiato di tallio presenta, come si è visto, i migliori requisiti; ma siccome lo scopo di ottenere una soluzione acquosa che a temperatura ordinaria avesse densità eguale o superiore al liquido di Retgers, non era stato raggiunto, occorreva vedere se fosse possibile aumentarne in qualche modo la solubilità, oppure se fosse possibile di scioglierlo in altro liquido già di elevata densità.

Il Retgers (1) aveva già trovato che, fondendo una miscela di acetato di tallio e di acetato di piombo a parti eguali, si ottiene probabilmente un sale doppio, che è liquido (2) a temperatura ordinaria. L'aggiunta di quantità crescenti di formiato di tallio alla miscela di 10 parti di acetato Tl (p. fus. 110°) + 10 parti acetato Pb (p. fus. 58-60°) mi ha dato i risultati seguenti:

Quantità di formiato di tallio aggiunto	ANNOTAZIONI
0	attinolite affonda,
5	già fuso a 37°: attinolite galleggia, augite affonda,
10	augite galleggia, cianite affonda,
20	cianite galleggia, anche piropo se $t < 60^\circ$,
30	piropo galleggia, corindone affonda,
40	fuso a 54°: corindone galleggia se $t < 60^\circ$.

Se alla miscela di 10 parti di formiato Tl + 10 parti di acetato Tl, la quale fonde a 67-69° (corindone galleggia, rutilo affonda), si fanno aggiunte successive di acetato di piombo, il punto di fusione va gradatamente

(1) Retgers J. W., *Versuche zur Darstellung neuer schwerer Flüssigkeiten zur Mineraltrennung.* — I. Die Acetate der Schwermetalle als schwere Schmelzen, N. Jahrb. 1896, I, pp. 212-221.

(2) Ciò non avviene coi formiati. Il form. Pb si decompone invece di fondere; è però alquanto solubile nel formiato di tallio, il quale scioglie anche notevoli quantità di formiato ferrico, con colorazione verdognola a bruno intenso, di formiato di cobalto: colore violetto intenso, di nichelio in verde; e dei formiati di potassio, litio, ammonio, ecc.

abbassandosi; così 10 p. form. Tl + 10 p. ac. Tl + 8 p. ac. Pb fonde a 23-27°, ma l'idocrasio vi galleggia appena; dimodochè tutte le miscele form. Tl, ac. Tl, ac. Pb non rispondono allo scopo e neppure con una piccola aggiunta d'acqua danno un liquido in cui il piropo possa galleggiare anche a temperatura inferiore a 15°.

La miscela di 10 p. ac. Tl + 10 p. ac. Pb + 32 p. formiato Tl con poca acqua dà una soluzione incolore diluibile, nella quale, a 10°, il topazio galleggia bene; ma è poco fluida e di densità ancora troppo bassa.

Associando il formiato di Tl con gli altri sali di Tl sopra indicati, si ottengono soluzioni dotate di densità maggiore di quella delle soluzioni del solo formiato alla stessa temperatura. La differenza è poco sensibile colle miscele di formiato con propionato, e rispettivamente con ossalato e fumarato; invece è molto notevole col malonato, maleato e succinato, ed è tanto più rimarchevole inquantochè le soluzioni di questi sali hanno tutte peso specifico minore di quelle del formiato. Dalla lunga serie di miscele sperimentate tolgo i risultati principali che sono per brevità compendiate nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE DELLA MISCELA								ANNOTAZIONI relative alla densità della parte liquida a 10° C.
Formiato	Acetato	Glicolato	Malonato	Maleato	Succinato	Malato	Acqua	
15	5	—	—	—	—	—	2	topazio galleggia, cianite affonda
30	—	21	—	—	—	—	1	anatasio galleggia, anche corindone a 16°
30	—	27	—	—	—	—	1	celestite galleggia, corindone affonda
10	—	—	1	—	—	—	1	idocrasio galleggia
10	—	—	10	—	—	—	1	corindone galleggia
15	—	—	—	15	—	—	1	piropo galleggia, anche corindone a 20°
15	—	—	—	—	15	—	3	topazio galleggia, cianite affonda
11	—	—	—	—	—	8	1	piropo galleggia, corindone affonda

Le densità più elevate sono date dalle miscele del formiato con glicolato e rispettivamente con malonato, maleato e malato. Ho in particolar modo studiato quelle col glicolato e col malonato (1).

(1) Il formiato e le miscele sopra indicate permettono l'uso di spatole ed altri simili utensili di ferro o di alluminio, non quelli di ottone o leghe con zinco; non hanno azione corrosiva sulla pelle, la macchiano superficialmente di bianco o di giallo se si maneggiano cloruri e bromuri, oppure ioduri. Non intaccano sensibilmente la calcite che con grande lentezza. Per gli apparecchi da usarsi per le separazioni vedasi anche: Clerici E., *Apparecchio semplificato per la separazione meccanica dei minerali*, questi Rendiconti, vol. XIII, fasc. 4, 1° sem. 1904 e *Apparecchio per la separazione meccanica dei minerali*, id. vol. XIV, fasc. 11, 2° sem. 1905.

Le miscele al glicolato sono solubilissime; il rapporto fra la quantità di glicolato e di formiato può essere variato entro limiti piuttosto estesi, però coll'aumentare del glicolato diminuisce la fluidità della soluzione. Sciogliendo a lieve calore 30 gr. di formiato con 21 gr. di glicolato in un cm³ d'acqua, si ottengono circa 13 cm³ di soluzione inodora, incolora o leggermente ambrata. Mantenuta a 16° depone un po' di cristalli; nel liquido filtrato galleggia il corindone; a 10° si depositano ancora un po' di cristalli ed il corindone affonda; galleggiano il piropo e l'anatasio. Il liquido si può diluire in qualunque proporzione coll'acqua e riconcentrare.

Le miscele col malonato sono inodore, incolore o leggermente ambrate e molto più fluide di quelle al glicolato. Si possono diluire (1) con acqua in qualunque proporzione e riconcentrare (2). Variando il rapporto tra il formiato e il malonato non ho trovato rapporti che presentino qualche speciale vantaggio, quindi ho adottato dosi uguali. A freddo in un cm³ di acqua si possono sciogliere completamente 7 gr. di formiato e 7 gr. di malonato; ma con 10 gr. dell'uno e 10 gr. dell'altro resta una parte indisciolta. La densità del liquido filtrato determinata col picnometro è 4,067 a 12° C.; il corindone vi galleggia bene. Lo stesso risultato non si otterrebbe colla soluzione di solo formiato che alla temperatura di 45° e con quella di solo malonato a 60°.

Aggiungendo al liquido ulteriori quantità della miscela formiato-malonato, oppure porzioni uguali dei due sali, a 28° galleggia il rutilo; a 35° la soluzione ha densità 4,40; a 50° circa 4,65 e così di seguito finchè a 95-100° galleggia anche la pirite.

Dimodochè la miscela formiato-malonato di tallio serve e come liquido di fusione, restando appena inferiore per densità al nitrato $HgTlN^2O^6$, e come liquido di soluzione, superando tutti i liquidi finora proposti.

Cristallografia. — *Studio cristallografico del seleniato di torio ottoidrato.* Nota del dott. ARISTIDE ROSATI, presentata dal Socio G. STRUEVER.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

(1) Nella diluizione che può capitare per le lavature può prodursi un po' di polvere cristallina costituita da laminucce quasi rettangolari (angolo d'estinzione circa 32°); sono solubili a caldo e non recano alcun disturbo.

(2) Per il ricupero, concentro a bagnomaria i residui filtrati; oppure riunisco residui e lavature, acidulo eventualmente con acido solforico, filtro e vi immergo una lamina di zinco, dalla quale di tanto in tanto distacco il rivestimento spugnoso e cristallino di tallio metallico che lavo più volte e adopero poi per la produzione dei sali.