



L'opera scientifica di Francesco Mauro

The scientific work of Francesco Mauro

MAURIZIO D'AURIA, NICOLA MASINI

Summary

The life and the work of Francesco Mauro, an analytical and inorganic chemist, pupil of Cannizzaro is reported. The chemist (born in little village in Basilicata), whose work allowed the foundation of the Engineering Faculty at the University of Naples, had as scientific interests the water analysis and the study of the chemical behaviour of molybdenum. In this field, before his sudden death, he received international esteem.

Riassunto

Viene descritta la vita e l'opera di Francesco Mauro, un chimico analitico ed inorganico, allievo di Cannizzaro. Il chimico (nato in un piccolo paese della Basilicata), la cui attività ha permesso l'attivazione della Facoltà di Ingegneria presso l'Università di Napoli, ebbe interessi scientifici che spaziavano dall'analisi delle acque allo studio del comportamento chimico del molibdeno. In questo campo, prima della sua improvvisa scomparsa, ricevette attestati di stima a livello internazionale.

Il 5 aprile del 1893, in uno dei laboratori di chimica dell'Università di Napoli, viene trovato il corpo senza vita del chimico di origine lucana Francesco Mauro. Così finisce la sua storia, ma come era cominciata?

Francesco Mauro era nato a Calvello, un piccolo paese facente parte dell'Appennino Lucano, in un palazzo di origine medievale situato nei pressi della chiesa romanica di S. Maria de Plano. Il padre è

un avvocato mentre la madre, Chiara Porcellini, discendeva da una facoltosa famiglia del luogo.

Francesco cerca, come molti all'epoca, e malgrado le sue condizioni economiche fossero agiate, la strada dell'avventura e a tredici anni si imbarca su una nave diretta in America. A Marsiglia, però, la nave deve fermarsi a causa di una epidemia di scabbia e Francesco è costretto a tornare a Calvello, dove riprende gli studi. Si trasferisce a Napoli dove prima frequenta il liceo e poi alla Facoltà di Chimica, dove si laurea nel 1878. Entra poi a far parte del gruppo di ricercatori che segue Stanislao Cannizzaro

La sua attività scientifica si concretizza in ventisei pubblicazioni. Tre di queste sono libri a stampa, una è un articolo su una rivista francese (*Bulletin de la Societé Chimique de Paris*), mentre tre sono articoli pubblicati in tedesco sul *Berichte*, sul *Zeitschrift für Analytische Chemie* e sul *Zeitschrift für Anorganische Chemie*. Le altre pubblicazioni sono memorie pubblicate presso l'Accademia dei Lincei e sulla *Gazzetta Chimica Italiana*. Le pubblicazioni di Mauro si concentrano nel periodo 1879–1882: in questo periodo, in cui Mauro è a Roma, vengono edite nove pubblicazioni, le altre prendono la luce a partire dal 1887, dopo un evidente periodo di latenza, probabilmente dovuto al suo trasferimento a Napoli.

I libri editi da Mauro sono legati alla tematica delle analisi delle acque. Il primo lavoro riguarda l'analisi delle acque termali della Tuscia nella zona di Civitavecchia ed è del 1878 [9]. In una postfazione Cannizzaro dichiara di aver affidato le analisi al vicedirettore dell'Istituto Chimico di Roma con l'ausilio di Mauro (definito preparatore).

Vengono studiate le acque termali in località terme Taurine e in località Ficoncella a Civitavecchia. Sono stati trovati: solfati, cloruri, calcio e magnesio, sodio e potassio, bicarbonati, litio, stronzio, ferro in piccole quantità e piccole quantità sostanze organiche, mentre è stata verificata l'assenza di nitrati, idrogeno solforato, acido solforoso e iposolforoso, acido silicico, ammoniaca, acido borico, piombo, rame, arsenico, antimonio, fluoro, bromo e iodio. Sono state effettuate analisi anche delle concrezioni mostrando che sono composte carbonato e solfato di calcio, magnesio, manganese, ferro. L'analisi quantitativa è stata effettuata su carbonati, solfati, cloruri, ferro, calcio, magnesio, potassio, sodio. La conclusione è che: "È facile vedere che queste due acque termo-minerali hanno quasi la stessa composizione" mentre

“dall’analisi quantitativa emerge che, se una diversità si vuole cercare fra queste acque, essa sta nelle quantità diverse nelle quali il potassio e il sodio vi sono contenuti”. Queste saranno utilizzate qualche anno dopo per giustificare le supposte proprietà terapeutiche delle acque termali [43].

Nel 1880 appare una relazione a firma di Stanislao Cannizzaro relativa alle analisi di quattro acque potabili della città di Torino [3]. Il Comune aveva mandato quattro campioni d’acqua sia a Lieben che a Cannizzaro. Le due relazioni appariranno in sequenza sulla *Gazzetta Chimica Italiana*. La relazione di Lieben si conclude con l’affermazione che tutte e quattro le acque possono essere utilizzate per uso potabile e per uso industriale. La relazione di Cannizzaro è invece molto polemica. Cannizzaro nota che sono stati trovati nelle acque considerevoli quantità di nitrati, fosfati e cloruri. Per chiarire il significato della loro presenza aveva chiesto, “me e il mio aiuto Dr. Mauro”, di poter effettuare analisi alle sorgenti delle acque in questione. Questa possibilità viene negata dal Comune di Torino e Cannizzaro non lesina critiche al Comune: “non fu un’indiscreta curiosità di penetrare i misteri del Municipio di Torino quella che spinse me ed il mio aiuto Dr. Mauro a chiedere di compire le analisi delle quattro acque recandoci alle sorgenti”. Cannizzaro critica anche le procedure seguite da Lieben e che portano ad alcune difformità nei risultati. In questa discussione Cannizzaro utilizza Mauro come esempio di analista aggiornato ed accurato. Lieben trova nelle acque nitriti che Cannizzaro non trova. E Cannizzaro loda l’operato di Mauro che, conoscendo le cause di errore presenti nella metodologia utilizzata da Lieben, ha usato una metodologia diversa proposta da Kaemmerer nel 1875. Analogamente, Mauro aveva trovato una quantità di nitrati superiore a quelle trovate da Lieben. Anche in questo caso Cannizzaro elogia Mauro per aver scelto una metodica di analisi messa a punto da Tiemann che evita gli errori presenti nella metodologia usata da Lieben.

Sempre nel 1880 viene pubblicato un piccolo manuale sulle analisi delle acque, scritto insieme a Sormani, un igienista; questo contributo viene raccolto in un piccolo libro ma viene anche pubblicato sul *Giornale della Società Italiana d’Igiene* in due fascicoli diversi [44,45]. Questo lavoro si presenta come un vero manualetto d’uso atto a convincere gli amministratori sulla necessità e bontà delle analisi delle acque potabili, dall’altro come un manuale pratico descrittivo delle più usuali

metodiche di analisi delle acque.

Fattori che colpiscono in questo libro sono, a nostro avviso, la descrizione, fatta chiaramente dall'igienista, sugli effetti di un uso improprio (uso potabile) di acque infette. La descrizione ricorda, per i toni truculenti, le descrizioni sullo stato del proletariato nel primo libro del Capitale. Vengono fatti esempi terrificanti: in seguito ad una battaglia, migliaia di cadaveri vengono seppelliti vicino al cimitero di un paese, il risultato è che la popolazione del vicino paese viene decimata dall'uso di un'acqua proveniente da una falda che era stata inquinata dal materiale emesso dalla massa dei cadaveri in decomposizione. Oppure di una nave militare il cui equipaggio viene totalmente eliminato dall'uso, in un traversata durata ventiquattro ore, di acqua infetta.

La descrizione non è scevra da errori. Per esempio viene attribuito al veicolo acqua un ruolo nella trasmissione della malaria.

Nel testo è riportata anche una descrizione critica molto accurata delle singole metodologie analitiche. Soprattutto l'analisi viene sviluppata nel caso delle analisi "veloci" di durezza, di cui viene criticata l'approssimazione, e nel caso delle analisi del contenuto organico. Mauro mette chiaramente in evidenza i limiti delle metodologie in uso.

Colpisce il fatto che il giudizio di potabilità di un'acqua sia affidato al controllo di cinque, sei parametri fondamentali, se lo si confronta con i cinquanta che vengono tenuti sotto controllo oggi. Tuttavia, si rimane esterrefatti di fronte al fatto che, malgrado i mezzi, le analisi effettuate risultino estremamente accurate, e di fronte al fatto che, alcune di queste, con le dovute modifiche, sia arrivata fino ai giorni nostri.

Nel 1881 viene pubblicata a nome di Stanislao Cannizzaro la relazione sull'analisi delle acque di Padova [4]. A pagina 4 della relazione Cannizzaro dichiara: "Per fare l'esame chimico di tutte le acque sopraindicate e specialmente la revisione dei metodi da adoperare, mi sono associato ai due assistenti di questo Istituto che da più anni coltivano di preferenza l'analisi chimica, cioè il dott. Francesco Mauro assistente per la chimica mineralogica ed analitica ed il dott. Augusto Piccini assistente della Scuola degli Ingegneri in Roma per la chimica docimastica". Cannizzaro però non mette Mauro fra gli autori del lavoro. Si tratta di un lavoro molto importante perché servirà di base

per la costruzione dell'acquedotto di Padova. La relazione permette di escludere l'uso, fatto invece nel passato, di acqua di fiume per alimentare l'acquedotto. Le fonti scelte allora alimentano ancora oggi l'acquedotto di Padova. La stessa cosa accade per un lavoro relativo alle analisi chimiche delle terme di Telesse: anche in questo caso Cannizzaro afferma che nelle analisi è stato coadiuvato da Mauro, senza però metterlo fra gli autori della relazione analitica [1]. In questo caso il Cavaliere Edoardo Minieri aveva appena fatto partire le Terme di Telesse, che esistono anche oggi. È da notare come, in questo caso, vengono messe a punto metodologie di analisi quantitativa innovative rispetto a quelle presenti in letteratura.

Nel 1884 vengono pubblicate le analisi delle acque che alimentano la città di Roma [29]. Cannizzaro nella prefazione nota di aver affidato l'analisi a Francesco Mauro, anche se non più a Roma, ma a Napoli, in quanto esperto nelle analisi delle acque. La relazione è molto dettagliata. Anche in questo caso gli autori si soffermano diffusamente nella discussione delle singole procedure. Malgrado la qualità delle acque di Roma fosse nota da tempo, gli autori trovano una presenza di nitrati che potrebbe far pensare ad un inquinamento pregresso. Il problema viene risolto, però, brillantemente analizzando le acque alle sorgenti e mostrando che esse non potevano essere stato oggetto di inquinamento.

Nel 1879 Mauro passa dall'analisi delle acque alle analisi di minerali inorganici; d'altronde era assistente di chimica mineralogica ed analitica. Viene riportata l'analisi di uno spinello (una pietra dura, simile al rubino) rinvenuto in Calabria [19]. L'analisi dimostra che si tratta di alluminato di zinco, magnesio e ferro. Nello stesso anno pubblica un lavoro sulla caratterizzazione chimica delle lave del vulcano laziale [20].

Intorno al 1880 Mauro affianca alla ricerca in chimica analitica un interesse volto allo studio di nuovi composti principalmente del molibdeno. Mauro comincia a studiare la reattività chimica di sali inorganici e sintetizza nuovi composti del molibdeno. Per capire questa svolta (quanto voluta da Cannizzaro?) bisogna considerare che da meno di dieci anni era stata introdotta la tavola periodica degli elementi. Era aperto quindi lo studio delle possibili affinità di comportamento fra i vari elementi in modo da sviluppare la casistica e arrivare alla Tavola Periodica come oggi la conosciamo.

In una breve nota del 1880 Mauro nota che l'aggiunta di borace ed acido cloridrico al triossido di tungsteno o all'anidride molibdica porta ad un materiale che contiene sia il metallo che il boro [21]. Successivamente corregge quest'affermazione. In due lavori Mauro nota che, facendo bollire il molibdato di ammonio con borace si forma un precipitato identificato come trimolibdato sodico ammonico [22,23]. È bene notare che recentemente una metodologia non molto diversa è stata utilizzata per la preparazione di nanofili dello stesso materiale [10].

In altri lavori viene riportato un metodo per valutare la presenza di molibdeno in un materiale [24,25]. Un molibdato viene sciolto in acido cloridrico e a questa soluzione si aggiunge ioduro di potassio. L'acido iodidrico che si forma reagisce con il molibdato liberando iodio che può essere titolato.

La formazione di nuovi composti del molibdeno ad opera del boro viene sfruttata anche per mettere a punto una metodologia di sintesi del biossido di molibdeno a partire dal triossido facendolo reagire con anidride borica e carbonato di potassio [26]. In quest'articolo si può notare una qualche ingenuità da parte di Mauro che nota come i calcoli portino ad un peso atomico del molibdeno di 96 invece che 92. Non sappiamo quando taluni abbiano usato il peso atomico di 92 per il molibdeno: sappiamo, però, essendo documentato, che misure condotte da Dumas nel 1859 davano per il molibdeno un peso atomico di 95,942 [7,41].

Il trattamento del pentacloruro di molibdeno o del biossido di molibdeno con fluoruro di potassio idrato porta alla formazione di un sale con formula $K_2MoOF_5 \cdot H_2O$ [27,28]. Il trattamento del molibdato di ammonio con fluoruro di ammonio in acido fluoridrico porta alla sintesi di diossipentafluoromolibdato di ammonio $[(NH_4)_3MoO_2F_5]$. Questo composto in eccesso di ammoniaca dà $(NH_4)_2MoO_3F_2$. Questo stesso composto in ammoniaca dà $(NH_4)_2Mo_2O_7$, il dimolibdato ammonico [30,31].

L'elettrolisi in acido fluoridrico di $K_2MoO_2F_4 \cdot H_2O$ porta alla formazione di un sale con formula $K_2MoOF_5 \cdot H_2O$, passando quindi da un sale di Mo(VI) a un sale di Mo(V). Sciogliendo in acido fluoridrico l'ultimo composto descritto si ottiene $K_3Mo_3F_{12} \cdot H_2O$ [32,33].

Il biossido di molibdeno idrato in acido fluoridrico viene trattato con ammoniaca e poi ancora con acido fluoridrico fino ad avere cristallizzazione di $(NH_4)_2MoOF_5$. Questo composto sciolto in acido

fluoridrico porta, dopo aver concentrato la soluzione, a depositare $(\text{NH}_4)_5\text{Mo}_3\text{O}_3\text{F}_{12} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Sciogliendo in acido fluoridrico $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_3\text{F}_2$ si ottengono cristalli di $(\text{NH}_4)_5\text{Mo}_3\text{O}_6\text{F}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Da quest'ultimo composto si ottiene $\text{NH}_4\text{MoO}_2\text{F}_3$ [34,35].

Anidride molibdica e ossido di rame sciolti in acido fluoridrico portano alla formazione di un sale con formula $\text{CuMoO}_2\text{F}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. L'elettrolisi della stessa soluzione in cui al posto dell'ossido di rame veniva utilizzato l'ossido rameoso, porta alla formazione di $\text{CuMoOF}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ [36,37]. Se si scioglie MoO_3 nell'acido fluoridrico e si sottopone la soluzione ad elettrolisi e poi si aggiunge ossido di zinco, si separano cristalli di $\text{ZnMoOF}_5 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [36,37].

L'anidride molibdica in acido fluoridrico e in presenza di ossido di tallio dà $\text{Tl}_2\text{MoO}_2\text{F}_3$. Usando una soluzione in acido fluoridrico di anidride molibdica dopo elettrolisi a cui viene aggiunta una soluzione di fluoruro talloso, si ottiene Tl_2MoOF_5 . $\text{Tl}_2\text{MoO}_2\text{F}_3$ in acido fluoridrico si converte in TlMoO_2F_2 [38].

Questi sono i risultati che Mauro ha ottenuto. Possono essere giudicati? Sono risultati rilevanti o sono solo un esercizio di ricerca di base volta a preparare composti fluorurati del molibdeno?

Lo studio di questo tipo di composti non verrà mai abbandonato. Molti valenti ricercatori si cimenteranno con la loro preparazione. Tanto per fare un esempio, il premio Nobel Linus Pauling sintetizzerà fluorosimolibdati [42]. I composti preparati da Mauro saranno poi ristudiati per le loro caratteristiche cristallografiche negli anni 60 [11-16].

Negli anni 80 sono stati preparati diversi ossofluoromolibdati contenenti Cadmio, Rame, Sodio e lo ione ammonio, molto simili, quindi, a quelli preparati da Mauro [5]. Sempre all'inizio degli anni 80 è stato proposto l'uso di $\text{K}_2\text{MoO}_2\text{F}_4$ e $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_2\text{F}_4$ come additivo anticarie in paste dentifrice [47].

Ma i più importanti sviluppi sono stati realizzati in tempi recenti. Gli ossifluoro derivati di metalli di transizione hanno ricevuto una grande attenzione dal mondo della ricerca a causa delle loro proprietà magnetiche [6], la loro luminescenza [18,48], e per la loro possibilità di essere utilizzati come nuovi sistemi catalitici. Questi composti, di fatti, possono dar luogo a poliossofluoromolibdati, una classe dei poliossimetallati che rappresentano una delle grandi possibilità di sviluppo di nuovi composti da utilizzare nella catalisi [17,39,40]. Anche gli ipopoliossomolibdati (derivati del molibdeno V, sintetizzati per la

prima volta da Mauro) sono stati utilizzati allo stesso scopo [8].

Deve essere notato il lavoro di revisione che Mauro conduce nei confronti dei risultati dei suoi colleghi, anche se molto noti. In un nota l'oggetto della sua critica è Delafontaine, che avrebbe sintetizzato il *fluossimolibdato acido d'ammonio*. Mauro contesta i risultati dichiarati da Delafontaine, riprovando le sintesi e notando che i risultati dell'analisi cristallografica fanno pensare di più al fluossimolibdato triammonico (diossipentafluoromolibdato di ammonio) [34].

In una delle ultime note Mauro critica fin dal titolo un lavoro di una grande figura della chimica, Berzelius [36,37]. Berzelius aveva descritto la preparazione del fluoruro rameoso. Ecco le sue parole, tratte da una versione italiana del trattato di Berzelius edita a Napoli nel 1838: "Questo sale produceci allorché si versa dell'acido idrofluorico sull'idrato rameoso. Questo diviene all'istante rosso come rame metallico, e non si discioglie in un eccesso di acido. Per evitare che questo sale assorba ossigeno è d'uopo lavarło rapidamente con l'alcoole, premerlo tra doppi di carta e disseccarlo. Riscaldandolo, entra in fusione e sembra nero; ma, raffreddandosi diviene d'un rosso-cinabro. Esposto ancor umido all'azione dell'aria, dapprima ingiallisce, poiché si forma del fluoruro rameico mentre la metà del rame passa allo stato d'idrato rameoso, il cui color giallo predomina; quando l'idrato rameoso assorbe più ossigeno e convertesi in ossido rameico, si forma del fluoruro rameico basico e la massa diviene verde. Il fluoruro disciogliesi in nero nell'acido idroclorico. L'acqua lo precipita in bianco, e quando è in massa, è roseo" [2]. Berzelius è una delle grandi figure della chimica del primo ottocento. È l'inventore del termine "chimica organica", per esempio. La notorietà non incute soggezione, però: Mauro tenta e riprova più volte a rifare la ricetta sommariamente descritta da Berzelius, vuole rifare il fluoruro rameoso: ottiene rame metallico. Prova a modificare la parte sperimentale, introduce accorgimenti: nulla da fare, l'unico prodotto che si ottiene è rame metallico, insieme a fluoruro rameico che rimane in soluzione. Alla fine, l'unica conclusione che Mauro può scrivere è che il fluoruro rameoso descritto da Berzelius non esiste. E aveva ragione: noi oggi sappiamo benissimo che il fluoruro rameoso è metastabile e non è isolabile.

Per capire come venivano valutate le attività di ricerca di Mauro nella sua epoca, forse vale fare un solo esempio, particolarmente significativo.

Nel 1892 inizia le pubblicazioni una rivista tedesca di chimica inor-

ganica (*Zeitschrift für Anorganische Chemie*), rivista che, pur cambiando leggermente il nome (*Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie*), esiste anche al giorno d'oggi. Mauro fa parte dell'Editorial Board della rivista fin dal primo numero, ed è in compagnia di nomi veramente illustri del mondo chimico come Berthelot, Thorpe, Mendeleev. Mauro, insieme a Piccini, altro nome più volte citato in questa comunicazione, rappresenta la chimica inorganica che contava in Italia.

Non stupisce quindi che alla sua morte la rivista pubblicò un necrologio su Mauro e gli dedichò il fascicolo della rivista.

Bibliografia

- [1] AA.VV., 1883. *Analisi chimiche di Telesse e guida pei bagnanti*, Napoli.
- [2] BERZELIUS G. G., 1838. *Trattato di Chimica*, traduzione a cura di Giovanni Guarini, Napoli, Volume terzo, p. 247.
- [3] CANNIZZARO S., 1880. *Relazione sull'analisi di quattro acque di Torino*. «Gazzetta Chimica Italiana», 10, 115–118.
- [4] CANNIZZARO S., 1881. *Relazione del Prof. Stanislao Cannizzaro sulle analisi di alcune acque potabili fatte per incarico del Municipio di Padova*, Roma.
- [5] CHAMINADE J. P., M. CERVERA–MARZAL, M. POUCHARD, 1984. *Synthesis and growth of a new oxyfluoromolybdate of formula NaMoO_3F* . «Journal of Crystal Growth», 66, 477–479.
- [6] CHAMINADE J. P., M. CERVERA–MARZAL, J. RAVEZ, P. HEGENMULLER, 1986. *Ferroelastic and ferroelectric behavior of the sodium molybdenum oxyfluoride ($\text{Na}_3\text{MoO}_3\text{F}_3$)*. «Material Research Bulletin», 21, 1209–1214.
- [7] CLARKE F. W., 1900. *Seventh annual report of the committee on the atomic weights. Results published in 1899*. «Journal of American Chemical Society», 22, 70–80.
- [8] DOLBECQ A., E. DUMAS, C. R. MAYER, P. MIALANE, 2010. *Hybrid Organic–Inorganic Polyoxometalate Compounds: From Structural Diversity to Applications*. «Chemical Review», 110, 6009–6048.
- [9] FILETI M., F. MAURO, 1878. *Analisi di alcune acque termo–minerali di Civitavecchia*, Roma.
- [10] GONG W., J. XUE, Q. ZHUANG, X. WU, S. XU, 2010. *Fabrication of nanochannels with water–dissolvable nanowires*. «Nanotechnology», 21, 195302.

- [11] GRANDJEAN D., R. WEISS, 1966. *Étude radiocristallographique du dioxotetrafluoromolybdate de potassium à une molécule d'eau*, $K_2MoO_2F_4 \cdot H_2O$. «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (C)», 262, 1864–1865.
- [12] —, 1966a. *Étude radiocristallographique de l'oxopentafluoromolybdate V de potassium à une molécule d'eau*, $K_2MoOF_5 \cdot H_2O$. «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (C)», 263, 58–59.
- [13] —, 1967. *Étude structurale des complexes oxofluorés et oxoperoxfuorés du molybdène V et VI, II. — Structure cristalline de l'oxoperoxotetrafluoromolybdate de potassium à une molécule d'eau.* «Bulletin de la Société Chimique de France», 3044–3049.
- [14] —, 1967a. *Étude structurale des complexes oxofluorés et oxoperoxfuorés du molybdène V et VI, III. — Structure cristalline du dioxotetrafluoromolybdate de potassium à une molécule d'eau.* «Bulletin de la Société Chimique de France», 3049–3054.
- [15] —, 1967b. *Étude structurale des complexes oxofluorés et oxoperoxfuorés du molybdène V et VI, IV. — Structure cristalline de l'oxopentafluoromolybdate de potassium à une molécule d'eau.* «Bulletin de la Société Chimique de France», 3054–3058.
- [16] —, 1967c. *Étude structurale des complexes oxofluorés et oxoperoxfuorés du molybdène V et VI, V. — Étude comparative de l'oxoperoxotetrafluoromolybdate de potassium $K_2MoO_3F_4 \cdot H_2O$, du dioxotetrafluoromolybdate de potassium $K_2MoO_2F_4 \cdot H_2O$ et de l'oxopentatetrafluoromolybdate de potassium $K_2MoOF_5 \cdot H_2O$.* «Bulletin de la Société Chimique de France», 3058–3061.
- [17] KANATANI T., K. MATSUMOTO, R. HAGIWARA, 2010. *Synthesis and physico-chemical properties of low-melting salts based on VOF_4^- and $MoOF_5^-$, and the molecular geometries of the dimeric $(VOF_4^-)_2$ and $Mo_2O_4F_6^{2-}$ anions.* «European Journal of Inorganic Chemistry», 1049–1055.
- [18] JIE Z. H., A. GARCIA, F. GUILLEN, J. P. CHAMINADE, C. FOUASSIER, 1993. *Luminescence of alkali oxyfluoromolybdates and oxyfluorotungstates.* «European Journal of Solid State Inorganic Chemistry», 30, 773–787.
- [19] MAURO F., 1879. *Analisi chimica dello spinello di Tiriolo in Calabria.* «Gazzetta Chimica Italiana», 9, 70–71.
- [20] —, 1879a. *Ricerche chimiche sulle lave di Montecompatri, del Tuscolo, di Villa Lancellotti e di Monte Pila.* «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe Scienze M.F. N., Serie 3, Transunti», 4, 226–230.
- [21] —, 1880. *Sur les acides complexes contenant de l'acide borique.* «Bulletin de la Société Chimique Paris», 33, 564–565.

- [22] —, 1881. *Sul trimolibdato sodico ammonico*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe di Scienze M.F.N., Serie 3», 5, 166–169.
- [23] —, 1881a. *Ueber Natrium–Ammonium–Trimolybdat*. «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft», 14, 1379–1382.
- [24] —, L. DANESI, 1881. *Ueber eine neu Methode zur volumetrischen Bestimmung des Molybdäns*. «Zeitschrift für Analytische Chemie», 20, 507–514.
- [25] —, L. DANESI, 1881a. *Nuovo metodo per la valutazione volumetrica del molibdeno*. «Gazzetta Chimica Italiana», 11, 286–293.
- [26] —, R. PANEBIANCO, 1881. *Biossido di molibdeno*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe di Scienze M.F.N., Serie 3, Memorie», 9, 418–423.
- [27] —, 1881a. *Studio sui fluossali, e fluossali di molibdeno*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe Scienze M. F. N., Serie III, Transunti», 6, 205–206.
- [28] —, 1882. *Studio sui fluossisali e fluosali di molibdeno*. «Gazzetta Chimica Italiana», 12, 180–182.
- [29] —, R. NASINI, A. PICCINI, 1884. *Analisi chimica delle acque potabili della città di Roma, eseguita per incarico del Municipio, Roma*.
- [30] MAURO F., 1887. *Nuove ricerche sui fluossimolibdati ammonici. Dimolibdato ammonico*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe Scienze M. F. N., Serie IV, Memorie», 4, 481–488
- [31] —, 1888. *Nuove ricerche sui fluossimolibdati ammonici*. «Gazzetta Chimica Italiana», 18, 120–130.
- [32] —, 1888a. *Studio sui fluossali di molibdeno*, «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe Scienze M. F. N., Serie IV, Memorie», 5, 398–409.
- [33] —, 1889. *Studio sui fluossisali di molibdeno*. «Gazzetta Chimica Italiana», 19, 179–195.
- [34] —, 1889a. *Ancora sui fluossimolibdati ammonici*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe Scienze M. F. N., Serie IV, Rendiconti», 5, 249–259.
- [35] —, 1890. *Ancora dei fluossimolibdati ammonici*. «Gazzetta Chimica Italiana», 20, 109–121.
- [36] —, 1892. *Ancora dei fluossali di molibdeno e sulla non esistenza del fluoruro ramoso*. «Atti Regia Accademia dei Lincei, Classe di Scienze M. F. N., Serie 5, Rendiconti», 1, 194–203.
- [37] —, 1892a. *Weiteres über Molybdänoxyfluorid und über die Nicht-Existenz des Kupferfluorürs*. «Zeitschrift für Anorganische Chemie», 2, 25–35.

- [38] —, 1893. *Fluossimolibdato e fluossipomolibdato talloso*. «Atti R. Accad. Lincei, Sez. Scienze M. F. N., Rendiconti», 382–384.
- [39] MICHAILOVSKI A., H. RÜEGGER, D. SHEPTYAKOV, G. R. PATZKE, 2006. *Synthesis and characterization of novel fluorinated poly(oxomolybdates)*. »Inorganic Chemistry» 45, 5641–5652.
- [40] MICHAILOVSKI A., F. HUSSAIN, B. SPINGLER, J. WAGLER, G. R. PATZKE, 2009. *Hydrothermal strategies towards polyoxofluoromolybdates(VI)*. «Crystal Growth Design», 9, 755–765.
- [41] MÜLLER J. H., 1915. *The atomic weight of molybdenum*. «Journal of American Chemical Society», 37, 2046–2054.
- [42] PAULING L., 1924. *The crystal structures of ammonium fluoferrate, fluoaluminat and oxyfluomolybdate*. «Journal of American Chemical Society», 46, 2738–2751.
- [43] PIERMARINI T., 1882. *Acque termo-minerali di Civitavecchia — Analisi chimica del Prof.^{re} Commendator Stanislao Cannizzaro — Notizie storiche, considerazioni terapeutiche ed osservazioni cliniche*, Civitavecchia.
- [44] SORMANI G., F. MAURO, 1880. *Le acque potabili considerate sotto l'aspetto igienico e chimico*, Roma.
- [45] SORMANI G., F. MAURO, 1880a. *Le acque potabili considerate sotto l'aspetto igienico e chimico*. «Giornale della Società Italiana d'Igiene», 2, 5–45 e 177–240.
- [46] WEISS R., D. GRANDJEAN, B. METZ, 1965. *Sur le dioxotétrafluoromolybdate VI et l'oxoperoxotétrafluoromolybdate VI de potassium à une molécule d'eau*. «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences», 260, 3969–3971.
- [47] YAMAMOTO H., H. OKUDA, 1981. *Dental composition for preventing and inhibiting dental caries*. US Patent no. 4,252,788 (24.2.1981).
- [48] ZHANG H. J., P. BOUTINAUD, A. GARCIA, J. P. CHAMINADE, C. FOUASSIER, 1993. *Luminescence of the cadmium oxyfluoromolybdate, CdMoO₃F₂*. «Solid State Communications», 85, 1031–1034.

Maurizio D'Auria, Nicola Masini

Dipartimento di Scienze; Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali
Università della Basilicata; CNR
maurizio.dauria@unibas.it