



Fig. 1 - Francesco Mauro

**Maurizio D'Auria**  
**Dipartimento di Scienze**  
**Università della Basilicata**  
**Nicola Masini**  
**Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali del CNR**  
**Tito Scalo (PZ)**

## FRANCESCO MAURO, ALLIEVO DI CANNIZZARO

*Viene descritta la vita e l'opera di Francesco Mauro, chimico analitico ed inorganico, allievo di Cannizzaro. Il chimico lucano, a cui si deve la costituzione della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli, è stato impegnato nelle analisi delle acque e nello studio del comportamento chimico del molibdeno, ricevendo, prima della sua morte improvvisa, stima e considerazione 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 (Fig. 1). Così finisce la sua storia, ma come era cominciata?

Francesco Mauro era nato a Calvello, un piccolo paese facente parte dell'Appennino Lucano (Fig. 2), 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 la Facoltà di Chimica, dove si laurea nel 1878.

Diventa assistente di Stanislao Cannizzaro alla cattedra di Chimica, Mineralogia e Geologia, presso la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri dell'Università di Roma. In questo ambito per quattro anni tiene l'insegnamento "Orale e pratico di analisi chimica, di mineralogia e geologia applicate ai materiali da costruzione". Il Direttore della Scuola dichiarerà poi come "forte cultura scientifica, abilità didattica e zelo indefesso" gli abbiano consentito di ottenere "eccellenti risultati" [1].

Nel 1882 risulta vincitore di concorso per la Cattedra di Chimica docimastica nella Regia Scuola degli Ingegneri di Torino. L'anno successivo diventa professore straordinario di Chimica Docimastica presso la Regia Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Napoli. Nel 1888 diventa socio corrispondente dell'Accademia dei Lincei su segnalazione

del Senatore, nonché matematico e fondatore del Politecnico di Milano, Francesco Brioschi. Nel 1890 diventa membro della Società Reale di Napoli. Nello stesso anno Mauro diventa direttore della Regia Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Napoli. Durante la sua direzione vien modificato il Regolamento della Scuola che ne permetterà la strutturazione in Facoltà Universitaria. Prima che questa operazione si concluda, Mauro viene trovato morto in laboratorio. Il nipote, Albino Porcellini, ricorda che "i medici del tempo chiamati d'urgenza dall'università, dopo il rinvenimento del cadavere furono d'opinione che fu vittima dell'inavvertita aspirazione di un potente acido" [2].

Ma chi era stato Mauro come ricercatore? La sua attività scientifica si concretizza in ventidue pubblicazioni. Tre di queste sono libri a stampa, una è un articolo su una rivista francese (*Bulletin de la Société 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 [3]. 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. 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 analisi saranno utilizzate qualche anno dopo per giustificare le supposte proprietà terapeutiche delle acque termali [4].

Nel 1880 viene pubblicato un piccolo manuale sulle analisi delle acque, scritto insieme a Sormani, un igienista [5]. 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 mio avviso, la descrizione, fatta chiaramente dall’igienista, sugli effetti di un uso improprio (uso potabile) di acque infette. Vengono fatti esempi terrificanti: in seguito ad una battaglia, migliaia di cadaveri vengono seppelliti vicino al cimitero del paese, con il risultato sono 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, siano arrivate fino ai giorni nostri.

Nel 1881 viene pubblicata a nome di Stanislao Cannizzaro la relazione sull’analisi delle acque di Padova [6]. A pagina 4 della relazione

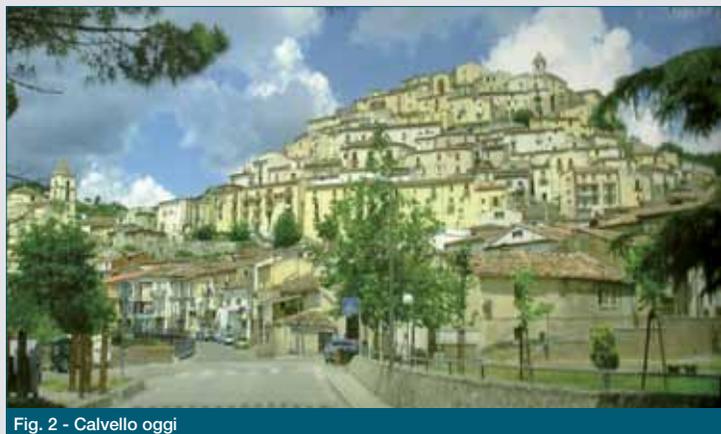


Fig. 2 - Calvello oggi

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 [7]. 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 [8]. 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 (lo spinello è un minerale che fa parte di un esteso gruppo di minerali detto degli “ossidi multipli”. Si forma in rocce metamorfiche ed ignee). Lo spinello è una pietra trasparente: esiste in tutti i colori, tra cui sono da ricordare l’azzurro (Gahnite, dovuto alla presenza di ferro e zinco), il nero (Pleonasto, ricco di ferro) e rosso (Spinello rosso, cromo) rinvenuto in Calabria [9]. L’analisi dimostra che si tratta di alluminato di zinco, magnesio e ferro. Nello stesso anno Mauro pubblica un lavoro sulla caratterizzazione chimica delle lave del vulcano laziale [10].

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.

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 [11]. Successi-

# FLASHBACK PAGINE DI STORIA

Tab. 1 - Ossofluoromolibdati sintetizzati e caratterizzati da Francesco Mauro

Composto	Metodo	Rif.
$K_2MoOF_5 \cdot H_2O$	Biossido di molibdeno + fluoruro di potassio	17
$(NH_4)_3MoO_2F_5$	Molibdato di ammonio + fluoruro di ammonio + HF	18
$(NH_4)_2MoO_3F_2$	Diossopentafluoromolibdato ammonico in accesso di $NH_3$	18
$(NH_4)_2MoO_2O_7$	Triossodifluoromolibdato + ammoniaca	18
$K_2MoOF_5 \cdot H_2O$	Elettrolisi in HF di $K_2MoO_2F_4 \cdot H_2O$	19
$K_5Mo_3F_{12} \cdot H_2O$	$K_2MoOF_5 \cdot H_2O$ + HF	19
$(NH_4)_2MoOF_5$	Biossido di molibdeno idrato + HF + $NH_3$	20
$(NH_4)_5Mo_3O_3F_{12} \cdot H_2O$	$(NH_4)_2MoOF_5$ + HF (dopo concentrazione)	20
$(NH_4)_5Mo_3O_6F_{11} \cdot H_2O$	$(NH_4)_2MoO_3F_2$ + HF	20
$NH_4MoO_2F_3$	Da $(NH_4)_5Mo_3O_6F_{11} \cdot H_2O$	20
$CuMoO_2F_4 \cdot 4H_2O$	Anidride molibdica + CuO + HF	21
$CuMoOF_5 \cdot 4H_2O$	Elettrolisi anidride molibdica + $Cu_2O$ + HF	21
$ZnMoOF_5 \cdot 6H_2O$	Elettrolisi anidride molibdica + HF e poi ZnO	21
$Tl_2MoO_2F_3$	Anidride molibdica + HF + TIO	22
$Tl_2MoO_2F_5$	Elettrolisi anidride molibdica + HF e poi TIF	22
$TiMoO_2F_2$	$Tl_2MoO_2F_5$ + HF	22

vamente 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 [12]. È bene notare che recentemente una metodologia non molto diversa è stata utilizzata per la preparazione di nanofili dello stesso materiale [13].

In altri lavori viene riportato un metodo per valutare la presenza di molibdeno in un materiale [14]. 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 [15]. 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 [16]. Mauro riesce a preparare una serie di altri derivati fluorurati del molibdeno. La Tab. 1 riassume i risultati ottenuti e i composti preparati. Questi risultati

evidenziano una buona attività di ricerca. Ma questi risultati 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 fluorossimolibdati [23]. I composti preparati da Mauro saranno poi ristudiati per le loro caratteristiche cristallografiche negli anni Sessanta [24].

Negli anni Ottanta sono stati preparati diversi ossofluoromolibdati contenenti cadmio, rame, sodio e lo ione ammonio, molto simili, quindi, a quelli preparati da Mauro [25]. Sempre all'inizio degli anni Ottanta è stato proposto l'uso di  $K_2MoO_2F_4$  e  $(NH_4)_2MoO_2F_4$  come additivi anticarie in paste dentifrice [26].

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 [27], la loro luminescenza [28] 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 [29].

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) [20].

In una delle ultime note Mauro critica fin dal titolo un lavoro di una grande figura della chimica, Berzelius [21]. 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 allorchè 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, poichè 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.



Fig. 3 - Necrologio di Mauro apparso sul *Zeitschrift für Anorganische Chemie*, 1893, 4, 482

Il fluoruro disciogliesi in nero nell'acido idroclorico. L'acqua lo precipita in bianco, e quando è in massa, è roseo" [30]. Berzelius è una delle grandi figure della chimica del primo Ottocento. 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 inorganica (*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 pubblichi un necrologio su Mauro e gli dedichi il fascicolo della rivista (Fig. 3).

## Bibliografia

- [1] Scuola di Applicazione per gli Ingegneri dell'Università di Roma, Attestato del Direttore della Scuola intestato a Francesco Mauro, Roma, 1.11.1880.
- [2] Documento autografo di Albino Porcellini contenente una breve biografia, in possesso di Nicola Masini.
- [3] M. Fileti, F. Mauro, *Analisi di alcune acque termo-minerali di Civitavecchia*, Roma, 1878.
- [4] T. Piermarini, *Acque termo-minerali di Civitavecchia - Analisi chimica del Prof.<sup>re</sup> Commendator Stanislao Cannizzaro - Notizie storiche, considerazioni terapeutiche ed osservazioni cliniche*, Civitavecchia, 1882.
- [5] G. Sormani, F. Mauro, *Le acque potabili considerate sotto l'aspetto igienico e chimico*, Roma, 1880.
- [6] S. Cannizzaro, *Relazione del Prof. Stanislao Cannizzaro sulle analisi di alcune acque potabili fatte per incarico del Municipio di Padova*, Roma, 1881.
- [7] AA.VV. *Analisi chimiche di Telese e guida pei bagnanti*, Napoli, 1883.
- [8] F. Mauro, R. Nasini, A. Piccini, *Analisi chimica delle acque potabili della città di Roma, eseguita per incarico del Municipio*, Roma, 1884.
- [9] F. Mauro, *Gazz. Chim. Ital.*, 1879, **9**, 70.
- [10] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, C. Scienze M.F.N., Serie 3, Transunti*, 1879, **4**, 226.
- [11] F. Mauro, *Bull. Soc. Chim. Paris*, 1880, **33**, 564.
- [12] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, C. Scienze M.F.N., Serie 3*, 1881, **5**, 166; F. Mauro, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 1881, **14**, 1379.
- [13] W. Gong *et al.*, *Nanotechnology*, 2010, **21**, 195302.
- [14] F. Mauro, L. Danesi, *Z. Anal. Chem.*, 1881, **20**, 507; F. Mauro, L. Danesi, *Gazz. Chim. Ital.*, 1881, **11**, 286.
- [15] F. Mauro, R. Panebianco, *Atti R. Accad. Lincei, C. Scienze M.F.N., Serie 3, Memorie*, 1881, **9**, 418.
- [16] J.H. Müller, *J. Am. Chem. Soc.*, 1915, **37**, 2046; F.W. Clarke, *J. Am. Chem. Soc.*, 1900, **22**, 70.
- [17] F. Mauro, R. Panebianco, *Atti R. Accad. Lincei, Classe Scienze M.F.N., Serie III, Transunti*, 1881, **6**, 205; F. Mauro, R. Panebianco, *Gazz. Chim. Ital.*, 1882, **12**, 180.
- [18] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, Classe Scienze M.F.N., Serie IV, Memorie*, 1887, **4**, 481; F. Mauro, *Gazz. Chim. Ital.*, 1888, **18**, 120.
- [19] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, Classe Scienze M.F.N., Serie quarta, Memorie*, 1888, **5**, 398; F. Mauro, *Gazz. Chim. Ital.* 1889, **19**, 179.
- [20] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, Classe Scienze M.F.N., Serie IV, Rendiconti*, 1889, **5**, 249; F. Mauro, *Gazz. Chim. Ital.*, 1890, **20**, 109.
- [21] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, Classe Scienze M.F.N., Serie 5, Rendiconti*, 1892, **1**, 194; F. Mauro, *Z. Anorganische Chem.*, 1892, **2**, 25.
- [22] F. Mauro, *Atti R. Accad. Lincei, Sez. Scienze M.F.N., Rendiconti*, 1893, 382.
- [23] L. Pauling, *J. Am. Chem. Soc.*, 1924, **46**, 2738.
- [24] R. Weiss, D. Grandjean, B. Metz, *C.R. Acad. Sci.*, 1965, **260**, 3969; D. Grandjean, R. Weiss, *C.R. Acad. Sci. (C)*, 1966, **262**, 1864; D. Grandjean, R. Weiss, *C.R. Acad. Sci. (C)*, 1966, **263**, 58; D. Grandjean, R. Weiss, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1967, 3044; D. Grandjean, R. Weiss, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1967, 3049; D. Grandjean, R. Weiss, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1967, 3054; D. Grandjean, R. Weiss, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1967, 3058.
- [25] J.P. Chaminade, M. Cervera-Marzal, M. Pouchard, *J. Cryst. Growth*, 1984, **66**, 477.
- [26] H. Yamamoto, H. Okuda, *US Pat.* 4,252,788 (24.2.1981).
- [27] J.P. Chaminade *et al.*, *Mat. Res. Bull.*, 1986, **21**, 1209.
- [28] Z.H. Jie *et al.*, *Eur. J. Sol. State Inorg. Chem.*, 1993, **30**, 773; H.J. Zhang *et al.*, *Sol. State Commun.*, 1993, **85**, 1031.
- [29] A. Michailovski *et al.*, *Inorg. Chem.*, 2006, **45**, 5641; A. Michailovski *et al.*, *Cryst. Growth Des.*, 2009, **9**, 755; T. Kanatani *et al.*, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2010, 1049.
- [30] G.G. Berzelius, *Trattato di Chimica*, traduzione a cura di Giovanni Guarini, Napoli, 1838, vol. 3, p. 247.