



A duecento anni dall'ipotesi di Avogadro: mito e storiografia

MARCO CIARDI

1. Summary

Two hundred years after Avogadro's hypothesis: myth and history

In 2011 we celebrated the 150th anniversary of the Unification of Italy. In addition it was also the International Year of Chemistry. But he could not go unnoticed another event: the bicentennial of the hypothesis of Avogadro. The article focuses on the most important initiatives on the occasion of the bicentennial, and presents some research projects for next years.

2. Riassunto

Nel 2011 si è celebrato il 150^o anniversario dell'Unità d'Italia. Inoltre è stato anche l'anno internazionale della chimica. Ma non poteva passare inosservata un'altra ricorrenza: il bicentenario dell'ipotesi di Avogadro. L'articolo fa il punto sulle più importanti iniziative realizzate in occasioni del bicentenario e presenta alcune linee di ricerca per i prossimi anni.

3. A duecento anni dall'ipotesi di Avogadro

Avogadro è indubbiamente una delle glorie nazionali, da affiancare a nomi come Galileo, Volta, Spallanzani o Fermi. Non solo. È anche uno degli scienziati più famosi al mondo, a causa della costante che porta il suo nome. Giusto, quindi, celebrarne il mito e l'importanza, soprattutto nell'occasione di ricorrenze speciali.

Nel 1911, primo centenario della formulazione dell'ipotesi «volumi uguali di gas contengono lo stesso numero di molecole, a parità di temperatura e pressione», le comunità degli scienziati e degli storici si mobilitarono per rendere onore in maniera adeguata allo scienziato torinese. In quell'occasione, oltre all'allestimento di una serie di iniziative tipicamente commemorative, quali la realizzazione di un busto e di una medaglia [15], venne data alle stampe anche la fondamentale edizione di *Opere scelte*, curata da Icilio Guareschi [4], che ancora oggi deve essere consultata da tutti coloro che si vogliano occupare dello scienziato torinese.

Nell'ambito dei convegni nazionali di storia della chimica, oltre ad aver presentato, nel 1991, il mio primo contributo dedicato all'opera di Avogadro [8], ho già dedicato una relazione volta a fare il punto sulla storiografia intorno alla figura e all'opera dello scienziato torinese, da Guareschi fino ai giorni nostri, e a quella rimando per ulteriori approfondimenti sul tema [9]. In quest'occasione, ricordo soltanto alcuni dei lavori prodotti nel corso degli ultimi dieci anni: la prima vera e propria biografia dedicata ad Avogadro [10], l'edizione dei suoi manoscritti giovanili conservati all'Accademia di Torino [5], e il volume intitolato *Il fisico sublime*, che raccoglie gli atti del convegno promosso nel 2006, in occasione del 150° anniversario della morte di Avogadro, dall'Accademia delle Scienze di Torino e l'Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro", organizzato con lo specifico obiettivo di mettere in luce ed analizzare aspetti inediti o poco conosciuti dell'opera di Avogadro, in modo da ampliarne la conoscenza sotto il profilo strettamente storico e scientifico [11].

Anche nel 2011, pur in un clima di scarsa sensibilità nei confronti della diffusione della cultura scientifica, le iniziative non sono mancate, grazie anche alla fortunata coincidenza con il 150° anniversario dell'Unità d'Italia e l'Anno Internazionale della Chimica. Come nel 2006, si è preferito dare spazio ad attività concrete di studio e di ricerca, destinate a restare nel tempo, piuttosto che a inutili esibizioni celebrative prive di effettivi contenuti. In particolare, sono state portate avanti due iniziative.

La prima è quella relativa alla nuova versione della Biblioteca Digitale di Avogadro (creata nel 2006), che prevede la messa in rete delle pubblicazioni a stampa e dell'intera collezione dei manoscritti di Amedeo Avogadro (conservati in gran parte presso l'Accademia delle

Scienze e la Biblioteca Civica Centrale di Torino), consultabile sul sito web del Museo Galileo. Istituto di Storia della Scienza di Firenze. A tutt'oggi non esiste una raccolta completa delle opere a stampa di Avogadro. La Biblioteca Digitale si pone l'obiettivo di colmare questa lacuna. La produzione dello scienziato torinese comprende una sessantina fra saggi, articoli e brevi note, a cui vanno aggiunte le traduzioni di numerosi lavori, spesso riassunti o risistemati in forma diversa rispetto all'originale. Un capitolo a sé è inoltre rappresentato dalla *Fisica de' corpi ponderabili* (1837-41), il celebre testo in 4 volumi che raggiunge approssimativamente le 4000 pagine.

Avogadro pubblicò cinque dei primi sei lavori a stampa sul "Journal de Physique" di Parigi, una delle più importanti riviste scientifiche dell'epoca, mentre il sesto, dedicato all'esame della teoria elettrochimica di Berzelius [2], apparve sulle celebri "Annales de chimie". Le "Annales" (che, dal 1816, per volontà dei proprietari ed editori Gay-Lussac ed Arago, cambiarono il nome in "Annales de chimie et de physique"), diedero in seguito spazio ad alcuni importanti lavori di Avogadro sui calori specifici dei corpi solidi e liquidi [cfr. ad esempio 3], nonché a numerose traduzioni ed estratti di suoi saggi scritti in italiano. Avogadro pubblicò inoltre sulla "Biblioteca Italiana"; sul "Giornale di fisica, chimica, storia naturale, medicina ed arti, de' professori Brugnatelli, Brunacci e Configliachi, compilato dal Dottore Gaspare Brugnatelli" (il figlio del celebre Luigi Valentino Brugnatelli), e per questo motivo anche più comunemente detto "Giornale di Brugnatelli"; sulle "Memorie di matematica e fisica della Società Italiana delle Scienze residente in Modena" (detta dei XL, da cui sarebbe derivata l'attuale Accademia Nazionale delle Scienze), di cui fu socio dal 1821; sulla "Bibliothèque Universelle", rivista fondata a Ginevra nel 1795 con il nome di "Bibliothèque Britannique", e a lungo diretta dal celebre fisico Auguste De La Rive, con il quale Avogadro fu in stretti rapporti; sul "Bulletin de Férussac", nato per iniziativa del geografo André-Etienne de Férussac, Baron d'Audebard, tenente colonnello dello Stato Maggiore francese; sugli "Annali di fisica, chimica e matematiche" di Alessandro Majocchi, professore di Fisica e Meccanica nell'I. R. Liceo di S. Alessandro a Milano; e, infine, naturalmente, sulle "Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino", di cui fu membro dal 1819, ricoprendo anche la carica di Direttore della Classe di Scienze fisiche e matematiche.

La seconda iniziativa di ricerca legata al Bicentenario dell'Ipotesi di Avogadro è stata la pubblicazione del volume *Avogadro 1811*, realizzato grazie al contributo della Fondazione Filippo Burzio di Torino [12], contenente la trascrizione del manoscritto originale in cui Avogadro formulò per la prima volta la sua celebre ipotesi (Fig. 1), poi esposta nell'*Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules des corps*, che apparve nel luglio del 1811 sul "Journal de Physique" [1]. Attraverso il confronto tra l'edizione a stampa e la versione manoscritta dell'*Essai*, contenuta nei diari di laboratorio dello scienziato torinese conservati presso la Biblioteca Civica di Torino, il volume ricostruisce il percorso seguito da Avogadro per giungere all'elaborazione dell'idea a cui ha legato per sempre il suo nome.

Mentre si stava dedicando alla preparazione di un ennesimo manoscritto da consegnare all'Accademia delle Scienze di Torino (l'istituzione torinese ne aveva già rifiutati tre, e anche il quarto non ebbe maggiore fortuna), intitolato *De la distribution de l'électricité sur la surface des corps conducteurs*, nell'autunno del 1809 Avogadro ricevette l'incarico di professore di fisica presso il Collegio di Vercelli, ove insegnò fino al 1819. Fino a non molto tempo fa si era creduto (sulla base di un documento pubblicato da Icilio Guareschi nel 1911) che Avogadro avesse ricevuto non solo l'insegnamento di fisica (unitamente a quello di matematica), ma anche l'incarico di direttore delle scuole primarie e secondarie presso il Dipartimento della Sesia, uno dei distretti in cui il Regno di Sardegna era stato riorganizzato dopo la definitiva annessione alla Francia. La nomina, tuttavia, non si concretizzò mai in maniera definitiva. Alla fine Avogadro non ottenne l'incarico di direttore, che venne assegnato a Pietro Lanteri, ma solo quello di professore di fisica. Anche l'insegnamento di matematica, contrariamente a quanto si trova solitamente scritto, non era di competenza di Avogadro, ma di Pietro Martorelli, come ha dimostrato Maurizio Cassetti [7], grazie all'esame delle carte conservate presso l'Archivio Storico di Vercelli, a dimostrazione del fatto che chi fa storia non può prescindere dal confronto con la ricerca di archivio e con i documenti. Spesso e volentieri, invece, purtroppo, si tende a sottovalutare la ricerca specialistica in ambito storico, soprattutto quando si fa divulgazione.

Il periodo di Vercelli avrebbe rappresentato un momento fondamentale nella produzione scientifica di Avogadro, perché fu proprio in

questi anni che egli arrivò alla formulazione della famosa ipotesi, alla quale oggi deve ancora la sua fama, praticamente universale. Nei verbali dell'Accademia delle Scienze non è registrata la data di consegna del manoscritto sui corpi conduttori, ma soltanto quella della relazione da parte dei commissari incaricati. Possiamo tuttavia ipotizzare, sulla base dei tempi necessari all'esame degli altri manoscritti (dalla consegna di Avogadro alla relazione dei commissari trascorse più di un anno), che Avogadro possa aver fatto pervenire all'Accademia il suo testo nei primi mesi del 1810.

A partire da questa data il professore del liceo di Vercelli iniziò a riflettere a fondo, come gli era capitato per gli oggetti di ricerca da lui precedentemente trattati, su una nuova tematica che stava suscitando in quel momento grande interesse nell'ambiente scientifico: la determinazione dei pesi atomici e molecolari delle sostanze. In particolare, Avogadro si confrontò con due testi da poco disponibili: il *Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses, les unes avec les autres* di Joseph-Louis Gay-Lussac, letto per la prima volta alla Société Philomatique il 31 dicembre 1808, ma pubblicato l'anno seguente nel secondo volume dei *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil* [13] che iniziò a circolare in Europa a partire dalla seconda metà del 1809, e la traduzione francese della terza edizione del *System of Chemistry* (1807) di Thomas Thomson, edita anch'essa nel 1809, contenente la prima esposizione della teoria atomica di John Dalton. Avogadro studiò attentamente la traduzione francese del *System* di Thomson e la lunga introduzione al testo di Berthollet [6], i cui punti salienti (incluso il giudizio di Berthollet sulla teoria atomica di Dalton) furono trascritti e riassunti dal fisico torinese nei suoi appunti manoscritti. Una particolare cura venne messa proprio nell'analisi del sistema daltoniano, riprodotto anche sotto forma di tavola con i simboli utilizzati da Dalton per la raffigurazione dei diversi atomi degli elementi chimici, affiancati dai relativi pesi atomici (Fig. 2).

Avogadro utilizzò la teoria di Dalton come un sistema matematico di combinazioni fra le particelle. Uno strumento da utilizzare come modello, ma che non aveva la pretesa di fornire informazioni sulla reale costituzione dei corpi. Tale convinzione fu rafforzata dalla lettura di un terzo testo, che Avogadro stava maneggiando da qualche tempo, e che insieme al *Mémoire* di Gay-Lussac e la traduzione francese del *System* di Thomson rappresenta la fonte di riferimento principale per

comprendere le basi teoriche dell'*Essai* del 1811: la seconda edizione del *Traité élémentaire de physique* di René-Just Haüy [14]. Dal momento in cui aveva iniziato, a partire dal 1806, a svolgere attività didattica in campo scientifico, Avogadro si era confrontato con alcuni dei manuali più diffusi ed utilizzati all'epoca. Nella Francia di Napoleone la scienza interpretò il ruolo di strumento essenziale per lo sviluppo delle potenzialità dello Stato ed il governo napoleonico può essere ritenuto certamente il primo ad avere proposto una moderna politica della scienza. I principali testi degli scienziati francesi, per volere dello stesso Napoleone, furono adottati come manuali in tutte le scuole superiori sotto il controllo dell'amministrazione francese. Fra questi, il *Traité élémentaire de physique* (1803) di Haüy e, in modo particolare, la seconda edizione del 1806, occupa senz'altro un posto di rilievo. L'opera dell'abate francese era, infatti, il manuale di fisica ufficialmente adottato in tutti i *Lycées* dell'Impero. Avogadro ben conosceva la seconda edizione del *Traité* e la citò a più riprese nei suoi lavori.

Dal manuale di Haüy, Avogadro ricavò molta della propria metodologia strumentalistica, che risulta ben evidente nella formulazione dell'ipotesi molecolare del 1811. La posizione di Haüy nei confronti dell'utilizzazione delle rappresentazioni offerte dalle costruzioni modellistiche era infatti chiara: i modelli non esistono «in natura, ma soltanto nella teoria, poiché essi hanno il vantaggio, quando sono ben scelti, di rappresentare fedelmente i risultati, di offrirne una spiegazione soddisfacente, e inoltre di aiutarci a formulare previsioni»; per questo, anche se i modelli non possono essere considerati «i veri agenti impiegati dalla natura nella produzione dei fenomeni, essi sono tenuti a sostituirli e ad esserne gli equivalenti». Questo modo di procedere era, secondo Haüy, «essenziale al progresso delle scienze», soprattutto perché evitava «di far dire alla natura più di quanto non ci abbia detto, e di confondere un'ipotesi puramente esplicativa, con una visione netta degli oggetti che hanno un fondamento reale» [14, 80].

Ecco dunque che Avogadro, mantenendosi fedele alle indicazioni metodologiche di Haüy, giunse a considerare l'atomo daltoniano come un modello utile a determinare matematicamente, e non fisicamente, il numero e il peso delle particelle coinvolte in una reazione. Un modello che poteva essere corretto alla luce dei dati sperimentali di Gay-Lussac.

Contemporaneamente Avogadro cercò di inserire le sue riflessioni

nell'ambito della teoria generale di Berthollet sulle proporzioni infinite, alla quale aveva già dedicato molta attenzione nei suoi lavori precedenti.

Il celebre manoscritto 462 della collezione Avogadro conservato presso la Biblioteca Civica di Torino è già interamente disponibile all'interno della Biblioteca Digitale di Avogadro, che ospiterà, fra le molte altre cose, l'intera collezione della Biblioteca Civica, che consta di 75 volumi composti da 300–400 carte ciascuno. Questi numeri sono sufficienti da soli a testimoniare l'importanza e il valore dell'impresa legata alla realizzazione della Biblioteca Digitale. Ma il lavoro è appena all'inizio. Per i prossimi anni, infatti, è già stata programmata la trascrizione, l'analisi e la messa in rete dell'imponente raccolta di manoscritti di Avogadro conservata presso l'Accademia delle Scienze di Torino.

L'Archivio storico dell'Accademia delle Scienze di Torino conserva un patrimonio di straordinario valore per la conoscenza della storia della scienza del '700 e dell'800. Tra i suoi numerosi fondi manoscritti, fra i quali spicca quello della corrispondenza, è conservato l'intero blocco delle relazioni prodotte dagli accademici della Classe di Scienze Fisiche e Matematiche sulle numerose questioni concernenti l'attività dell'istituzione. Dal momento in cui entrò a far parte dell'Accademia, Avogadro ebbe modo di far parte di numerose commissioni incaricate di esaminare i saggi di vari autori che ambivano ad essere pubblicati nelle «Memorie» dell'istituzione. Avogadro firmò 48 relazioni, 26 delle quali stese personalmente, in cui le sue competenze risultarono assai utili, trattandosi di argomenti che spaziavano dalla matematica ai molteplici settori concernenti le scienze sperimentali, dalla geologia alla mineralogia, dalla chimica all'ottica¹.

Altri documenti conservati presso l'Accademia delle Scienze di Torino contengono i pareri redatti dagli accademici per le concessioni dei privilegi (brevetti) a contenuto tecnico e industriale. Anche in questo caso numerosi sono gli scritti relativi all'attività di Avogadro, che esaminò moltissime richieste, dalla costruzione di macchine a vapore alla realizzazione di impianti per la produzione di gas illuminante, dal funzionamento degli apparecchi per la filatura della seta a

1. L'elenco completo di tutte le relazioni scritte o alla cui stesura ha partecipato Avogadro è disponibile in [II, 219–247].

quello dei torchi meccanici della stamperia di Giuseppe Pomba (da cui sarebbe nata la futura UTET), dalla produzione del cioccolato a quella di utensili da cucina. Si tratta di 139 relazioni, 51 delle quali stese direttamente da Avogadro.

Esiste inoltre un gruppo di relazioni relative a varie attività dell'Accademia delle Scienze di Torino. Fra queste, segnaliamo il *Rapporto sopra alcune sperienze del sig. Botto, Prof. di Fisica nella R. Università di Torino* (10 marzo 1833), relativo alla ripetizione delle esperienze di Michael Faraday sull'induzione elettromagnetica, ma l'elenco potrebbe continuare con numerosi altri argomenti, tutti interessanti, che ci restituiscono un'immagine completa e poliedrica di Amedeo Avogadro.

L'apporto di un numero sempre maggiore di sudi provenienti da esperienze disciplinari diverse è l'unica strada per sviscerare e comprendere in tutti i suoi dettagli l'opera dello scienziato torinese. Avogadro, al pari di altri grandi della scienza ottocentesca, come Alexander von Humboldt o Hermann von Helmholtz, tanto per fare qualche esempio, svolse ricerca in numerosissimi campi del sapere scientifico, e la sua attività, lungi dall'essere concentrata esclusivamente su questioni di natura teorica (come invece si è spesso pensato e scritto), spaziò in maniera del tutto coerente fra proposte teoriche, pratiche sperimentali e possibilità di trasferimenti tecnologici, cercando anche di stabilire quale potesse essere il corretto atteggiamento che la politica e l'economia avrebbero dovuto tenere nei confronti della ricerca scientifica.

Su Avogadro oggi conosciamo molte più cose che in passato, ma c'è ancora molto da fare.

Figure

Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des
 molécules élémentaires des corps, et les proportions
 selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons

I. M. L. Avogadro a fait voir dans son ouvrage
 intitulé (voir de la loi d'Avogadro) et
 publié dans son phlogon) que les combinaisons
 de gaz, entre eux se font toujours selon des rapports
 très simples en volume, et que lorsque le résultat de
 la combinaison est gazeux, son volume ^{est} ~~est~~ ^{est} ~~est~~
 très simple avec celui de ses composants, mais les
 rapports des quantités de substances dans la combinaison
 ne paraissent jamais dépendre que du nombre relatif
 des molécules qui se combinent, et de celui des
 molécules composées qui en résultent. Il faut donc
 admettre qu'il y a aussi des rapports très simples
 entre les volumes des substances gazeuses, et le nombre
 de molécules qui les forment. (Hypothèse en plus simple
 qu'on peut former à cet égard, et qui paraît même
 la seule admissible, c'est de supposer que le nombre des
 molécules dans les gaz, quelconque est toujours le même
 à volume égal, on est toujours proportionnel aux volumes
 en effet si on supposait que le nombre des molécules
 contenues dans un volume donné fut différent pour les
 différents gaz, on s'en apercevrait par le poids et
 l'effluve affaibli des molécules pour le catalyseur, il
 n'est guère possible de croire que la loi même laquelle
 préside à la différente distance des molécules près
 d'un autre est ces des rapports au simple que l'on finit
 celle de fait que nous venons de citer nous obligent à
 admettre entre les volumes, et le nombre des molécules

Figura 1: A. AVOGADRO. Incipit dell'Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons, Biblioteca Civica di Torino, ms. 462, c. 219r.

*Table de la masse des molécules des Différens corps
et de leur composition selon Thomson d'après Dalton.*

○ Hydrogène 1	Phosphore ○ 8
○● azote 5	○●● acide phosphoreux 22
○●● oxygène 6	○●●● acide phosphorique 20
⊖ acide muriatique 18	Sulfure 8
○● Eau 7	<i>Métaux, en proportions hypothétiques ordonnées</i>
○●● ammoniaque 6	Plomb 150
○●● gaz nitreux 11	Mercur 120
○●●● Oxide nitreux 16	Argent 80
○●●● acide nitrique 17	Platine 80
⊖●● acide muriatique 24	Or 48
○●●● acide uracimurique 27	Uran 48
○●●●● <i>rapport nitreux, ou acide nitrique saturé de gaz nitreux</i> 28	Zinc 48
⊖●●●. Murate d'ammoniaque	Manganèse 48
⊖. Soufre 16	Argent 54, 5
○●●● Hydrogène sulfuré	Fe 32, 4
⊖● acide carbonique 21	○●● Gaz oléant 5, 4
○●●● acide de soufre 36	○●●● Hydrogène carboné 6, 4
○●●●● acide sulfurique 27	○●●● Hydrogène surpolyphosphoré 9
⊕ Carbone 4, 4	○●●●● Hydrogène phosphoré 10
○●●● acide carbonique 16, 4	○●● Hydrogène sulfuré 16
⊖●●● Oxide de carbone (gaz) 10, 24	○●●●● Hydrogène sulfuré 17
○●●●● Oxide de carbone solide, dans l'état de pureté des charbons de la combustion des métaux 14, 8.	○●●● acide phosphorique 10, 4
	○●●●● acide muriatique
	○●●●● Ether carbonique 9, 8
	○●●●● alcool 21, 2
	○●●●● Phosphore de soufre 31.

Figura 2: A. AVOGADRO. Tavola dei pesi atomici di John Dalton tratta dal *Système de chimie* di Thomas Thomson, Biblioteca Civica di Torino, ms. 462, c. 42r.

Bibliografia

- [1] AVOGADRO A., 1811. *Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons*. "Journal de Physique", 73, 58–76.
- [2] —, 1813. *Réflexions sur la théorie électro-chimique de M. Berzelius*, "Annales de Chimie", 88, 286–292 (anche in [4], 393–396).
- [3] —, 1834. *Nouvelles recherches sur la chaleur spécifique des corps solides et liquides*, "Annales de chimie et de physique", 57, 113–148.
- [4] AVOGADRO A., 1911. *Opere scelte*, a cura di I. GUARESCHI, Torino, UTET.
- [5] —, 2006. *Tre manoscritti inediti*, a cura di M. CIARDI, Firenze, Olschki.
- [6] BERTHOLLET C.-L., 1809. *Introduction*. In: T. THOMSON, *Système de chimie, traduit de l'anglais sur la dernière édition de 1807 par M. J. Riffault*. 9 voll., Paris, Mad. V Bernard, vol. I, 1–170.
- [7] CASSETTI M., 2006. *Amedeo Avogadro di Quaregna e il Collegio di Vercelli (1809–1819)*. In "Atti del convegno celebrativo Amedeo Avogadro di Quaregna" (Oropa, Quaregna, Vercelli, 9–11 giugno 2002). Vercelli–Torino, Università degli Studi del Piemonte Orientale "A. Avogadro" Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, 129–137.
- [8] CIARDI M., 1991. *Manuali, modelli, equazioni. La fisica teorica di Amedeo Avogadro*. In "Atti del IV Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica" (Venezia, 7–9 novembre 1991), a cura di G. MICHELON. Roma, Accademia Nazionale delle Scienze, 207–214.
- [9] —, 2001. *Dalla filosofia naturale alla chimica: il caso Avogadro tra risultati e prospettive di ricerca*. In "Atti del IX Convegno di Storia e Fondamenti della Chimica" (Modena, 25–27 ottobre 2001), a cura di P. MIRONE. Roma, Accademia Nazionale delle Scienze, 325–338.
- [10] —, 2006. *Amedeo Avogadro. Una politica per la scienza*. Roma, Carocci.
- [11] —, (a cura di). *Il fisico sublime. Amedeo Avogadro e la cultura scientifica del primo Ottocento*. Bologna, Il Mulino.
- [12] —, 2011. *Avogadro 1811*. Torino, Fondazione Filippo Burzio.
- [13] GAY-LUSSAC J.-L., 1809. *Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses, les unes avec les autres*. "Mémoires de Physique et de Chimique de la Société d'Arcueil", 2, 207–234.
- [14] HAÛY R.-J., 1806. *Traité élémentaire de physique. Second edition revue et considérablement augmentée*. 2 voll., Paris, Courcier.

- [15] —, *Onoranze centenarie internazionali ad Amedeo Avogadro*. 1911. Torino, UTET.

Marco Ciardi
Dipartimento di Filosofia
Università degli Studi di Bologna
marco.ciardi@unibo.it