





ASSOCIAZIONE EX ALUNNI DEL LICEO CLASSICO PAOLO SARPI BERGAMO

GLI STRUMENTI DEL GABINETTO DI FISICA  
DEL LICEO CLASSICO PAOLO SARPI DI BERGAMO

Laura Serra Perani

## SOMMARIO

PRESENTAZIONE, GIULIANO OLIVATI .....	pag. 7
INTRODUZIONE, GIOVANNA GOVONI .....	pag. 9
IL GABINETTO DI FISICA DEL LICEO SARPI DI BERGAMO: DUE SECOLI DI STRUMENTI, PAOLO BRENNI .....	pag. 11
LE ORIGINI DEL GABINETTO DI FISICA DEL LICEO PAOLO SARPI, LAURA SERRA PERANI .....	pag. 15
RINGRAZIAMENTI .....	pag. 20
NOTE PER LA CONSULTAZIONE DEL CATALOGO .....	pag. 21
CATALOGO .....	pag. 23
ASTRONOMIA .....	pag. 25
MISURA .....	pag. 37
MECCANICA.....	pag. 45
FLUIDI .....	pag. 61
ACUSTICA .....	pag. 87
TERMOLOGIA .....	pag. 99
OTTICA.....	pag. 123
ELETTROMAGNETISMO.....	pag. 145
APPENDICE I .....	pag. 204
APPENDICE II .....	pag. 207
BIBLIOGRAFIA .....	pag. 209
CONCORDANZE: INDICE DEGLI STRUMENTI IN ORDINE ALFABETICO .....	pag. 211

© 2009 - Associazione ex alunni del Liceo classico Paolo Sarpi Bergamo

Tutti i diritti riservati

ISBN 978-88-903894-0

---

- Progetto grafico e realizzazione: Paragrafo S.r.l. - Bologna

- Stampa: La Fotocromo Emiliana S.r.l. - Osteria Grande (BO)

- Fotografie: Fotostudio Albachiara - Bergamo

## CON IL CONTRIBUTO DI

Ateneo di Scienze,  
Lettere e Arti - BergamoCONFINDUSTRIA BERGAMO  
Unione degli Industriali della Provincia

Con il sostegno del

**CREDITO BERGAMASCO**  
 PASSIONE E SENSIBILITÀ PER LA CULTURA

**UBI**  **Banca Popolare  
di Bergamo**
PROVINCIA  
DI BERGAMO

---

 FABIO BERARDESCA  
 GUIDO FINAZZI  
 ORNELLA EVA GRASSI  
 MARIA E ROBERTO REVERA  
 OTTAVIO ROBERTO  
 SILVANA ROSSI  
 GIACOMO ROTA

## PRESENTAZIONE

L'Associazione Ex Alunni Sarpi, nata nel 2003, raccoglie ex sarpini (e sarpine) di tutte le età, e ha tra le sue finalità precipue la ricerca sulla storia del Liceo e la valorizzazione del suo patrimonio culturale, materiale e immateriale.

La scommessa dell'Associazione Ex Alunni Sarpi è semplice: fare qualcosa per il Liceo che tanto ha contribuito alla nostra formazione, dopo aver assorbito gli anni cruciali della nostra giovinezza.

È indubbio che il giacimento culturale principe del Sarpi sia costituito dal Gabinetto di Fisica, considerato una delle due maggiori collezioni italiane di strumenti scientifici antichi. Da una richiesta di aiuto del dirigente scolastico Giovanna Govoni nasceva quindi il progetto integrato di recupero di questo patrimonio nascosto, ricordato con nostalgia da tutti gli ex alunni, preservato dal Liceo dietro il vetro di auliche teche, e meritevole di una piena valorizzazione.

L'associazione Ex Alunni Sarpi ha vinto il 3.o bando di concorso 2006 della Fondazione della comunità bergamasca, relativo alla "Tutela, promozione e valorizzazione di beni di interesse storico e artistico", con il progetto intitolato "Realizzazione museo degli strumenti scientifici del Liceo Classico Paolo Sarpi".

Grazie ad una cordata di istituzioni, associazioni, sponsor e privati, oltre al contributo determinante della Fondazione, è stato possibile realizzare un sogno: la creazione di un Museo degli strumenti scientifici del Sarpi, per valorizzare un patrimonio di notevole valore storico-scientifico e renderlo fruibile a tutta la cittadinanza.

Il progetto ha previsto la selezione e il restauro filologico degli strumenti scientifici di maggior momento, ad opera del Prof. Paolo Brenni (CNR) e del Laboratorio di restauro della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze. Tra gli strumenti restaurati spicca il famoso Planetario dell'Albricci, riportato allo stato estetico originario e ripristinato nella sua efficienza meccanica. Per preservare l'integrità della collezione si è completata poi la catalogazione, grazie al generoso e appassionato impegno della Prof.ssa Laura Serra. Il volume che state leggendo rappresenta, infine, la terza fase del progetto, la pubblicazione del catalogo scientifico del Gabinetto di Fisica. Solo così sarà possibile preservare, studiare con criteri scientifici e ad un tempo rendere disponibile a tutti un patrimonio culturale costruito nei secoli dal Liceo, che vogliamo restituire alla cittadinanza.

Starà ora all'istituzione scolastica individuare le modalità più opportune per aprire al pubblico il "Museo degli strumenti scientifici del Liceo Classico Paolo Sarpi", che merita di diventare uno dei poli di attrazione del turismo culturale bergamasco. Noi Ex Alunni resteremo sempre in prima linea per la divulgazione dell'identità storica e culturale del nostro Liceo, una scuola di vita prima ancora che una scuola.



**Giuliano Olivati**  
 Presidente Associazione Ex Alunni Sarpi  
[www.exalunnisarpi.it](http://www.exalunnisarpi.it)

## INTRODUZIONE

La collezione del gabinetto di fisica del Liceo Paolo Sarpi è un patrimonio di grande interesse storico, scientifico e didattico. Comprende circa mille strumenti scientifici finalizzati alla didattica, di rilevante interesse e valore per la loro rarità, antichità, originalità e bellezza. La collezione comprende numerosi oggetti di diverse categorie: strumenti didattici, qualche strumento della cosiddetta “*physique amusante*”, modelli di macchine e ben rappresenta tutte le sezioni della fisica: i pesi e la misura, l’astronomia, la pneumatica, l’idrostatica, la meccanica, la termologia, l’acustica, l’ottica e l’elettrologia. Un altro fattore che indubbiamente accresce il pregio della raccolta è la presenza di alcuni pezzi unici e l’eccezionale qualità degli oggetti che la compongono e che provengono dalle officine dei più celebri costruttori europei. Completano la raccolta molti libri di fisica del ‘700, ‘800 e ‘900, gli appunti manoscritti redatti da diversi insegnanti e aiutanti tecnici alternatisi nell’insegnamento, film vari del novecento, tra cui quelli del PSSC e, tra le apparecchiature più recenti, quelle interfacciabili al computer in linea. Ha tra le altre peculiarità quella di rispecchiare l’evoluzione della didattica della fisica nella scuola di livello liceale in Italia dal settecento ad oggi, con lo sguardo rivolto al passato ma sempre attento al presente, al fine di innestare la cultura moderna su ricche radici culturali.

Questo ricchissimo patrimonio ora può finalmente essere messo a disposizione non solo della comunità del Sarpi ma di tutta la città grazie al restauro di alcuni degli strumenti presenti nella collezione e alla realizzazione di un catalogo degli stessi. Tutto questo non sarebbe stato possibile senza la collaborazione, concreta e fattiva, dell’associazione degli ex studenti del Sarpi. L’associazione, condividendo la valenza formativa del Liceo, ha così inteso fornire un contributo per realizzarne al meglio le finalità e gli obiettivi, affiancandosi ai responsabili dell’Istituzione e ai suoi organismi collegiali e contribuendo a far sì che l’offerta culturale del Liceo possa avere una ricaduta anche più allargata sul territorio.

Mi corre anche l’obbligo di ringraziare la Fondazione della comunità bergamasca per l’appoggio economico offerto all’iniziativa, secondo una tradizione ormai consolidata (la Fondazione aveva già in passato contribuito all’attivazione presso il nostro Liceo della curvatura musicale).

La collezione degli strumenti scientifici del Liceo “P. Sarpi”, per il suo notevole valore storico-scientifico, deve essere considerato patrimonio di tutta la collettività. Necessitava perciò di essere conservata, valorizzata e resa fruibile al pubblico trasformandola in un’esposizione permanente. Il carattere distintivo di questa collezione di strumenti scientifici è dato dalla sua collocazione non in una cornice museale tradizionale, ma all’interno di una realtà viva e vitale come il prestigioso liceo classico cittadino.

Auspico che con questa nuova iniziativa si intensifichi sempre più la vocazione del Liceo a rappresentare un importante polo culturale per l’intera comunità bergamasca.



Liceo classico Paolo Sarpi Bergamo

**Prof.ssa Giovanna Govoni**

*Il dirigente scolastico*

## IL GABINETTO DI FISICA DEL LICEO SARPI DI BERGAMO: DUE SECOLI DI STRUMENTI

L'Italia possiede un patrimonio storico-artistico unico al mondo. È universalmente noto che tale ricchezza si ritrova ovunque: dalle grandi città d'arte alle più remote pievi di campagna. Meno conosciuto è invece l'altrettanto ricco patrimonio storico-scientifico preservato in musei, scuole di tutti gli ordini, collegi, seminari, università, osservatori astronomici e istituti di vario genere. Salvo pochissime eccezioni, per decenni tale patrimonio è stato negletto suscitando solo la curiosità di qualche erudito o storico della scienza. Molte le cause di questo disinteresse. Una lunga tradizione italiana ha contribuito a forgiare l'idea di una cultura fondata essenzialmente sulle discipline filosofiche, letterarie, artistiche ma lontana da quelle scientifico-tecnologiche. Di conseguenza la storia della scienza ha derivato fortemente verso la storia della filosofia della scienza. Non è stato poi d'aiuto il fatto che, per gran parte della sua storia e salvo pochi centri di eccellenza, l'Italia sia stata tecnologicamente arretrata rispetto ad altri paesi europei. Figure di tecnologi, inventori o ingegneri assurti a veri e propri eroi nazionali in altri paesi (si pensi a Stevenson o a Brunel in Gran Bretagna, a Edison negli Stati Uniti o a Eiffel in Francia) sono quasi assenti nel nostro paese a parte la vistosa eccezione rappresentata da Marconi. Dunque, al di fuori di una strettissima cerchia di addetti ai lavori la tecnologia e la sua storia, ancor più che la scienza, non sono state considerate degne di far parte di quella che per molto tempo è stata considerata la cultura.

Le cose hanno cominciato a cambiare soprattutto a partire dall'inizio degli anni '80 dello scorso secolo. Nuove tendenze storiografiche sviluppatesi nei paesi anglosassoni hanno acceso anche in Italia l'interesse per aspetti della storia della scienza sino allora assolutamente trascurati (almeno in Italia). Le pratiche di laboratorio, l'evoluzione e il ruolo della strumentazione nella trasmissione delle conoscenze e nella costruzione stessa della scienza, le complesse interazioni esistenti fra il gabinetto scientifico e l'officina, fra il laboratorio e l'industria non rappresentano che alcuni temi sui quali gli storici della scienza e della tecnica hanno cominciato a rivolgere le loro ricerche. In ambito nazionale l'istituzione, a partire dal 1990, delle "Settimane della cultura scientifica e tecnologica" ha stimolato la riscoperta di collezioni (scolastiche, universitarie, ecc.) da tempo abbandonate e dimenticate e ha incoraggiato in molti casi la realizzazione di interessanti progetti di riordino, catalogazione e restauro di tali collezioni. Inoltre, grazie all'interesse e alla passione di numerosi professori di materie scientifiche, gli strumenti di tali collezioni hanno fornito lo spunto per interessanti ricerche che hanno coinvolto gruppi di studenti e i loro insegnanti. Oggi possiamo certamente affermare che il patrimonio storico scientifico italiano è in una situazione meno drammatica di quanto non lo fosse una ventina di anni fa. Nelle scuole e nelle università si è capito che tali collezioni sono parte integrante di un patrimonio culturale degno di essere valorizzato, sia perché esso è legato alla storia locale, sia perché testimonianza preziosa di un'attività scientifica e didattica spesso lunga secoli. Purtroppo però in questo ambito i problemi da risolvere sono ancora innumerevoli. La cronica mancanza di fondi non ha sempre permesso di dare a tali collezioni una sistemazione ideale anche se in diversi casi – e ci limitiamo ad un recente esempio lombardo del Liceo Ginnasio A. Volta di Como – è stato possibile creare all'interno della scuola un piccolo museo dedicato alle collezioni scientifiche. Inoltre i programmi scolastici non favoriscono certo un approccio a tali collezioni il cui uso in ambito didattico dipende dalla presenza di insegnanti motivati e appassionati. Dunque, anche se in questi ultimi decenni sono stati compiuti grandi progressi, c'è ancora molto da fare per quanto riguarda sia la salvaguardia che la valorizzazione delle collezioni scientifiche scolastiche e universitarie.



■ Il Gabinetto di Fisica del Liceo Sarpi

Il presente catalogo è una testimonianza tangibile di una ricerca iniziata anni fa. Il Gabinetto di fisica del Liceo Ginnasio P.Sarpi di Bergamo, accuratamente descritto in queste pagine dalla professoressa Laura Serra che, dobbiamo ricordarlo, è stata la principale e entusiasta artefice della catalogazione della collezione, è certamente uno dei più completi in area lombarda e può essere annoverato fra i più interessanti in Italia. Tale collezione, nonostante le inevitabili perdite, preserva ancora un notevole numero di apparecchi didattici che illustrano perfettamente le varie branche della fisica classica. Didattici sono definiti tutti quegli strumenti che vengono utilizzati per illustrare o visualizzare in modo chiaro e a volte spettacolare i fenomeni studiati dalla fisica e per dimostrare le leggi che li governano. Tali strumenti generalmente non permettono un accrescimento delle nostre conoscenze ma semplicemente facilitano l'apprendimento di fatti ben noti e favoriscono la trasmissione delle conoscenze. Molti di questi strumenti derivano da quelli ideati sin dalla prima metà del Settecento da "filosofi naturali" come l'olandese 's Gravesande, il francese Nollet o il britannico Desaguliers. Questi personaggi univano spesso ad un'attività di sperimentazione e ricerca anche quella di dimostratori e conferenzieri, e si occupavano anche della realizzazione e della diffusione di strumenti. Quella da loro presentata era una fisica purgata da matematica e geometria e illustrata attraverso un approccio essenzialmente fenomenologico. Ogni fenomeno, di cui si analizzavano cause ed effetti, veniva riprodotto da uno o più apparecchi ideati appositamente. Così, sin dalla metà del XVIII secolo, i più importanti gabinetti scientifici contavano già dozzine di strumenti per lo studio della meccanica, della pneumatica, dell'ottica, dell'elettricità, ecc. Pompe pneumatiche e macchine elettriche permettevano esperimenti spettacolari tanto che nei salotti nobiliari erano assai apprezzate e frequentate le serate nelle quali la "filosofia sperimentale", corredata da dimostrazioni fatte con l'ausilio di tali strumenti, era il principale argomento di conversazione.

Molti apparecchi settecenteschi furono continuamente riproposti, con ben poche modifiche, sino ai primi decenni del XX secolo diventando così veri e propri "classici" nell'ambito della didattica della fisica che non potevano mancare in un gabinetto scientifico degno del suo nome. La collezione del Liceo Ginnasio P. Sarpi illustra bene l'evoluzione del materiale scientifico didattico nel corso di oltre due secoli, anche se sono pochi gli strumenti sopravvissuti risalenti alle fine del XVIII secolo. Fra questi però si trova certamente il pezzo forte della collezione: una stupefacente macchina planetaria costruita dal "macchinista" Giovanni Albricci (1743-1816) verso il 1780. Posta su di un massiccio piedestallo di legno, si compone di un globo formato da meridiani d'ottone sui quali sono fissate sagome dipinte di cartone che rappresentano le costellazioni. L'emisfero superiore è amovibile e rivela al centro del globo il planetario vero e proprio mosso da un meccanismo ad orologeria. Esso permette di rappresentare il movimento dei pianeti (da Mercurio a Saturno) attorno al Sole, nonché il movimento della Luna attorno alla Terra. Il planetario di Albricci, nonostante alcune ingenuità costruttive rispetto a macchine simili costruite in Gran Bretagna, è probabilmente uno dei più notevoli apparecchi di questo tipo in Italia alla fine del Settecento. Fra gli strumenti risalenti alla stessa epoca e ancora presenti nel gabinetto del Liceo troviamo anche un'elegante fontana intermittente interamente di peltro, un apparecchio in legno di ottima fattura per mostrare le proprietà del cuneo e un bel pirometro per mostrare la dilatazione dei metalli.

Nella seconda metà del Settecento e per tutto l'Ottocento gli strumenti più sofisticati reperibili in Italia venivano acquistati all'estero dai migliori costruttori inglesi, francesi o tedeschi. È risaputo che l'industria di precisione italiana non poteva competere con quella straniera che, meglio organizzata e più progredita poteva anche contare su di una committenza assai più vasta.

I costruttori italiani, salvo pochissime eccezioni, erano in grado di fornire di strumenti rela-

tivamente semplici un mercato essenzialmente locale. Fra i più abili costruttori lombardi dell'Ottocento non possiamo non ricordare Carlo dell'Acqua di Milano. Per molti anni meccanico della specola di Brera e costruttore di strumenti, fu negli anni 60 del XIX secolo fra i fondatori del Tecnomasio Italiano. Ditta che, prima di dedicarsi interamente alla costruzione di apparecchiature elettrotecniche, fu fra le prime in Italia a produrre un numero relativamente importante di strumenti di buona qualità e a rivendere quelli di ditte straniere. Invece è assai meno conosciuto tale G.Malacrida di Bergamo che alla fine dell'Ottocento fornì al gabinetto del liceo un imponente apparecchio per dimostrare le proprietà delle macchine semplici. Per quanto riguarda gli strumenti di fisica furono i francesi a dominare il mercato italiano sino alla fine del XIX secolo. Da Parigi proviene ad esempio un magnifico microscopio composto del costruttore parigino Chevalier. Alla fine del secolo però furono le ditte tedesche a conquistare una parte sempre maggiore del mercato degli strumenti di fisica. Questa tendenza è visibile anche nel gabinetto della scuola dove si trovano ad esempio alcuni strumenti forniti verso il 1900 della Max Kohl di Chemnitz.

Per oltre 150 anni la collezione riflette le scoperte della fisica con sempre nuovi apparecchi utilizzati nell'insegnamento. Gli apparecchi didattici per mostrare azioni elettromagnetiche seguono le scoperte di Oersted, Ampère e Faraday. Mentre gli specchi parabolici utilizzati per esperienze sulle onde elettromagnetiche non sono che una versione semplificata delle esperienze di Hertz o di Righi. Ma anche le applicazioni pratiche derivate da scoperte scientifiche sono illustrate nel gabinetto di fisica da modelli in scala e semplificati, ma funzionanti, di pompe, di macchine a vapore, di telegrafi. La collezione è dunque un microcosmo ordinato dove da un lato si possono riprodurre sistematicamente i fenomeni della natura e d'altro canto è possibile vedere come essi possano essere messi a frutto in ambito tecnico e industriale. Ma il valore storico e culturale della collezione non è rappresentato solo dalla strumentaria in essa preservata. Gli strumenti infatti sono ancora collocati negli arredi originali di un ambiente che rappresenta una specie di luogo della memoria, scenografia perfetta e quasi immutata che rimane come preziosa testimonianza di un'epoca ben precisa nella storia della scuola e delle sue attività. E appunto il fatto che gli oggetti non siano stati separati dal loro contesto originale rappresenta una ulteriore ricchezza della collezione.

Questo catalogo, descrivendo in modo accurato e preciso il patrimonio storico del gabinetto di fisica, è dunque una preziosa fonte di informazioni per chi, sia nell'ambito della scuola che al di fuori di essa desidererà avvicinarsi a tale collezione. È infatti auspicabile che gli oggetti di questa raccolta non sopravvivano come preziose ma silenziose reliquie nei loro armadi, ma possano rivelarsi utilissimi per introdurre una dimensione storica nell'insegnamento scientifico. Numerose esperienze fatte in anni recenti hanno visto gruppi di studenti impegnati in ricerche interessanti e stimolanti innescate dalla curiosità per uno strumento antico, per una macchina curiosa. Ovviamente ciò sarà possibile grazie all'interessamento di insegnanti intelligenti capaci di percepire la ricchezza culturale e di sfruttare il potenziale conoscitivo che una simile collezione ha all'interno della scuola. Ma il gabinetto di fisica, opportunamente presentato, potrebbe essere anche una tappa originale in un percorso bergamasco di visite capace di unire storia, arte, scienza e tecnica. Ed è solo considerando insieme questi aspetti della nostra cultura che possiamo sperare di capire meglio il nostro passato.

**Paolo Brenni**

## LE ORIGINI DEL GABINETTO DI FISICA DEL LICEO CLASSICO PAOLO SARPI

La storia del Gabinetto di Fisica del Liceo Paolo Sarpi è legata indissolubilmente a quella dell'istituzione scolastica alla quale appartiene e di conseguenza essa rispecchia le vicende storiche della città di Bergamo, nella quale la scuola ha il suo profondo radicamento. Le origini della scuola risalgono al Collegio Mariano, istituito nel 1617 dal Consiglio della Misericordia Maggiore, prestigiosa Istituzione di beneficenza della città, per istruire gratuitamente i chierici della Basilica di S. Maria Maggiore e aperta in seguito anche agli allievi in grado di corrispondere una diaria<sup>1</sup>.

La nascita del Gabinetto di Fisica risale presumibilmente alla fine del Settecento, quando il Consiglio della Nobile Reggenza del Collegio Mariano affidò a Lorenzo Mascheroni (1750 – 1800), docente della scuola già dal 1773, l'incarico di costituire un Gabinetto di Fisica adatto all'insegnamento della Fisica Sperimentale<sup>2</sup>. Questa disciplina, infatti, già presente nei programmi della scuola nel secolo precedente, subì un profondo rinnovamento sotto l'impulso illuminista che pervadeva in quel periodo storico alcuni degli insegnanti, illustri scienziati dell'epoca, fra i quali, in particolare, Lorenzo Mascheroni<sup>3</sup>.

Non si hanno notizie circa la consistenza della prima dotazione di apparecchiature del Gabinetto di Fisica; sappiamo solo che nel 1783<sup>4</sup> la Misericordia Maggiore acquistò la Macchina Planetaria, grande modello del Sistema Solare costruito dallo scienziato Giovanni Albricci (1743 – 1816) e destinato ad un uso prettamente didattico. E proprio Giovanni Albricci fu assunto l'anno successivo per ricoprire la carica di "macchinista e custode", carica che l'Albricci conservò fino al 1814<sup>5</sup>.

La scuola in quegli anni aveva la propria sede nel palazzo della Misericordia, in via Arena, e il Gabinetto di Fisica era presumibilmente collocato al quarto piano del palazzo, a fianco della scala<sup>6</sup>.

Il primo inventario degli strumenti appartenenti al Gabinetto di Fisica<sup>7</sup> sottoscritto da Giovanni Albricci è datato 16 febbraio 1793 ed è suddiviso in sezioni: *Macchine spettanti alla Meccanica*, che comprende 31 apparecchi; *Macchine per l'elettricità*, composto da 21 apparati; *Macchine per l'attrazione di corpi e per l'astronomia*, 3 voci; *Macchine per l'aereometria*, 43 apparecchi; *Macchine per l'idrostatica*, composto da 9 voci; *Per l'optica*, 2 voci. Pochissimi – per la precisione 5 – fra gli strumenti citati sono presenti ancora oggi, dato che molti sono stati ricostruiti oppure disfatti per adoperare il materiale per altri usi<sup>8</sup>.

Caduta nel marzo del 1797 la dominazione veneta, sotto la quale Bergamo era rimasta più di trecento anni, e istituita la Repubblica Bergamasca, il collegio fu chiuso e le scuole passarono sotto la giurisdizione repubblicana, assumendo il nome di Scuole della Misericordia. Dopo la breve parentesi repubblicana, Bergamo e il suo territorio entrarono nell'area di influenza francese, con la denominazione di Dipartimento del Serio che, dal 1802, fece parte della Repubblica Italiana e in seguito, dal 1805 al 1814, del Regno Italico<sup>9</sup>.

<sup>1</sup> GIORGIO MIRANDOLA, *Il Gabinetto di Fisica del Collegio Mariano a Bergamo*, La Rivista di Bergamo, n. 6, settembre 1996, p. 46; GABRIELE MEDOLAGO, *Prima del Liceo. Il nobile Collegio Mariano di Bergamo nel secolo XVIII*, La Rivista di Bergamo, n. 36, dicembre 2003, p. 32.

<sup>2</sup> MARIA MENCARONI ZOPPETTI, *Prè Giovanni Albricci e il sistema del mondo*, La Rivista di Bergamo, n. 8, marzo 1997, p. 58.

<sup>3</sup> LAURA SERRA PERANI, *La costituzione del ricco patrimonio del Gabinetto di Fisica del Liceo Paolo Sarpi*, Atti dell'Ateneo di Scienze, Lettere e Arti di Bergamo, vol. LXIII (1999-2000), p. 137.

<sup>4</sup> M. MENCARONI ZOPPETTI, op. cit., p. 58.

<sup>5</sup> Liceo Paolo Sarpi, Archivio Storico (da ora in poi LPSAS), LXXI, *Curriculum di Giovanni Albricci*.

<sup>6</sup> PAOLO MAZZARIOL, *La fabbrica del Collegio Mariano nel Settecento*, La Rivista di Bergamo, n. 6, settembre 1996, p. 44.

<sup>7</sup> Biblioteca Civica Angelo Mai di Bergamo (da ora in poi BCB), Archivio del Consorzio Misericordia Maggiore (MIA), 3509.

<sup>8</sup> Ve ne sono altri, però, collocati ora presso il Museo di Storia Naturale E.Caffi ed è in corso da parte mia uno studio per giungere alla loro identificazione e catalogazione. Si veda in proposito L. SERRA PERANI, *Lorenzo Mascheroni e il Gabinetto di fisica del Collegio Mariano*, Ateneo di Scienze, Lettere e Arti di Bergamo – Studi, 2002, p. 65.



■ Il Gabinetto di Fisica del Liceo Sarpi

Il secondo inventario sottoscritto dal macchinista Giovanni Albricci risale all'epoca dipartimentale, essendo datato 18 maggio 1804. Infatti il 15 novembre 1803<sup>10</sup> le Scuole della Misericordia divennero "Liceo Dipartimentale del Serio", dipendendo giuridicamente ed economicamente dall'amministrazione del dipartimento.

La nuova denominazione della scuola corrispondeva nei fatti all'adozione dell'ordinamento, istituito da una legge del 1802 riguardante l'attuazione di una riforma delle scuole pubbliche e in particolare dei licei, che ne aggiornava i programmi, prevedendo l'introduzione di ben cinque cattedre di materie scientifiche: Elementi di Geometria e di Algebra; Agraria e Storia Naturale; Elementi di Fisica Generale e Sperimentale; Chimica Farmaceutica; Botanica. Quest'ultima faceva parte di un gruppo di insegnamenti universitari, costituiti in collaborazione con l'Ospedale. Nell'inventario del 1804 sono descritti circa 50 apparecchi in più rispetto all'inventario precedente, in particolare nelle sezioni di idrostatica e di elettricità. Fra le prime, quasi tutte in vetro, solo la fontana intermittente è attualmente nel Gabinetto di Fisica del Sarpi; fra le seconde sono ancora oggi presenti la grande macchina elettrostatica a disco e diversi apparecchi ideati da Alessandro Volta (1745-1827), con il quale lo stesso Mascheroni intrattene rapporti di collaborazione scientifica e di amicizia<sup>11</sup>.

Fra gli insegnanti di Fisica sperimentale succeduti a Lorenzo Mascheroni, che hanno dato un contributo fondamentale all'arricchimento del Gabinetto di fisica, va ricordato Francesco Maccarani (1776 - 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845.

Nell'archivio storico del Liceo sono conservati, oltre al curriculum redatto di suo pugno<sup>12</sup>, diversi documenti relativi al suo lungo periodo di insegnamento, quali elenchi di apparecchiature presenti nel Gabinetto e richieste motivate da precise argomentazioni.

La vivacità intellettuale di Francesco Maccarani e il suo interesse verso le scoperte più recenti, sia in ambito fisico che chimico, trova una conferma nella lettera del 1824<sup>13</sup>, nella quale egli richiede con argomentazioni piuttosto precise e convincenti l'acquisto presso il costruttore Pixii di Parigi - attivo dal 1818 al 1855 - di alcuni strumenti particolarmente utili alla didattica e alla ricerca. Fra questi il calorimetro di Lavoisier e Laplace è ancora oggi presente nel Gabinetto di Fisica.

Nell'anno 1845 Francesco Maccarani lasciò l'insegnamento al Liceo, poco prima della sua morte; il suo interesse per le scienze e la sua dedizione alla scuola è testimoniato dal *Catalogo delle Opere, Istromenti e Macchine pervenute da testamentaria disposizione del fu prof. Maccarani al gabinetto di Fisica e di Storia Naturale dell'I.R.Liceo di Bergamo*<sup>14</sup>. Esso comprende svariate apparecchiature, la maggioranza delle quali riguardanti i fenomeni elettromagnetici, che componevano un vero e proprio laboratorio personale per lo studio delle interazioni fra campi elettrici e magnetici; studi quindi di grande attualità nel secondo quarto dell'Ottocento. Maccarani dispose anche l'istituzione di un premio da assegnare agli studenti che svolgessero un concorso su temi di Fisica e di Scienze naturali, concorso bandito dal 1848, anno della sua costituzione, fino al 1970.

Dai documenti dell'archivio si ha la conferma che durante il Regno d'Italia gli acquisti di materiale scientifico venivano effettuati a Parigi, dove operavano alcuni dei più famosi e abili

costruttori. Le richieste, formulate dagli insegnanti al Prefetto del Serio, venivano inoltrate al Direttore Generale della Pubblica istruzione, che effettuava gli acquisti dopo attente verifiche della loro effettiva necessità. L'amministrazione sembra avere in genere soddisfatto le richieste, come dimostra l'elenco relativo agli acquisti degli anni 1809 e 1810, datato 30 marzo 1811, che comprende ben 44 strumenti.

Nell'anno 1814, il territorio bergamasco fu aggregato all'Impero Asburgico e il Regio Liceo assunse la denominazione di *Imperial Regio Ginnasio Liceale di Bergamo*. La sede della scuola venne trasferita nel 1815 negli edifici del Convento di Santa Maria di Rosate<sup>15</sup>. Nella nuova sede di Piazza Rosate il Gabinetto di Fisica e l'aula delle esperienze occupavano probabilmente locali piuttosto angusti e poco luminosi, al piano terra, a fianco della chiesa. In un documento<sup>16</sup> Maccarani si lamenta del fatto che gli apparecchi sono esposti alla polvere, ammassati e non protetti dalle mani incaute degli studenti. Bisognerà tuttavia attendere fino al 1844 perché, dopo l'abbattimento del vecchio edificio del convento, prenda l'avvio la costruzione di un nuovo edificio scolastico, progettato dall'architetto Ferdinando Crivelli<sup>17</sup> e ultimato nel 1851.

In ottemperanza a una richiesta dell'amministrazione centrale, nel dicembre del 1817 Francesco Maccarani compilò un nuovo inventario<sup>18</sup>, comprendente 232 apparecchi, suddivisi nelle varie sezioni della fisica.

Per quanto riguarda la sezione dedicata all'elettricità, nell'inventario del 1817 si trovano soprattutto strumenti adatti alla misura delle grandezze elettriche e allo studio dei fenomeni elettrostatici, quali elettrometri, elettrofori e bottiglie di Leyda. È inserita in questo inventario la sezione dedicata alle *esperienze sull'acqua e il calore*, anche se l'elenco comprende pochi strumenti. Infatti il dibattito sulla natura del calore è in pieno svolgimento e non esistono ancora teorie consolidate sulla sua natura, per le quali bisognerà attendere fino alla metà del secolo.

Nella sezione dedicata allo studio dei gas si trova un oggetto particolare, denominato *Soffietto Hunter per gli asfittici, migliorato dal Configliacchi*. Si tratta di un mantice in cuoio con valvole e accessori in ottone<sup>19</sup>, il cui utilizzo doveva essere medicale.

Alcuni fra gli strumenti acquistati tra il 1820 e il 1822 illustrano novità tecnologiche inventate proprio in quegli anni, utili alla società, che quindi devono essere conosciute dagli studenti. Si acquistano, ad esempio, un *Pirometro di Wedgwood*, un *Ipsometro*, una *Pentola di Papin*, una *Lucerna di sicurezza di Davy*.

Gli acquisti che in quegli anni potevano essere effettuati senza grosse difficoltà anche in Francia, devono, negli anni successivi, quindi a partire dal 1826, essere espressamente autorizzati dall'amministrazione; infatti l'Imperial Regio Delegato Provinciale<sup>20</sup> "ricorda essere proibito di provvedere all'estero, senza l'autorizzazione Pregiata Commissione Aulica, qualsiasi macchina ed istromento"; quindi gli strumenti furono acquistati a Milano, alcuni in particolare da Carlo Grindel meccanico dell'Osservatorio astronomico di Brera dal 1816.

I rapporti della scuola con l'amministrazione si complicarono a causa della burocrazia che richiedeva resoconti dettagliati, descrizioni precise degli strumenti, suddivisione dei costi in funzione dei vari materiali e dei vari pezzi componenti le apparecchiature<sup>21</sup>.

<sup>9</sup> LUIGI TIRONI, *Il Liceo Ginnasio di Bergamo, Notizie storiche*, Bergamo, Edizioni dell'Ateneo, 1995; L. TIRONI, *Cenni di storia al secondo novecento*, La Rivista di Bergamo, n. 36, dicembre 2003, p. 38.

<sup>10</sup> SERGIO GABBIADINI, *Un "classico" per Bergamo*, 200 anni di storia nella storia della città, Edizioni Junior, 2003, p. 9.

<sup>11</sup> L. SERRA PERANI, *Lorenzo Mascheroni e il Gabinetto di fisica ... cit.*, p. 65.

<sup>12</sup> LPSAS, LXXI, *Curriculum di Francesco Maccarani*.

<sup>13</sup> LPSAS, LXIII, 20 febbraio 1824.

<sup>14</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

<sup>15</sup> S. GABBIADINI, op. cit., p. 12.

<sup>16</sup> LPSAS, LXIII, 6 agosto 1822.

<sup>17</sup> BARBARA BOCCI, *Ferdinando Crivelli (1810 -1855)*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, a. a. 1994-95.

<sup>18</sup> LPSAS, LXIII, 10 dicembre 1817.

<sup>19</sup> Il soffietto è conservato al Sarpi, mentre gli accessori sono al Museo E. Caffi.

<sup>20</sup> LPSAS, LXIII, 8 maggio 1826.

<sup>21</sup> LPSAS, LXIII, 9 luglio 1829.

Durante i lavori di costruzione del nuovo edificio scolastico iniziati, come detto in precedenza, nel 1844, il Gabinetto di Fisica dovette subire vari traslochi, fino al trasferimento definitivo nell'attuale sede di Piazza Rosate nell'anno 1852-53. Le apparecchiature di fisica subirono molti danneggiamenti e di alcune si sono perse le tracce. Uno di questi spostamenti dovette avvenire anche nel 1853, in occasione della costruzione dei *magnifici scaffali*<sup>22</sup> che rivestono ancora oggi il Gabinetto di Fisica.

I fascicoli a stampa dei programmi dell'IR Ginnasio liceale<sup>23</sup> riportano anche gli acquisti effettuati negli anni fra il 1853 e il 1858, dai quali si ha la conferma del continuo desiderio, da parte degli insegnanti e da parte dell'amministrazione, di mantenere il Gabinetto di Fisica del Liceo costantemente aggiornato.

Risale probabilmente al periodo compreso fra il 1851 e il 1859 la compilazione del *Catalogo metodico degli oggetti esistenti nel Gabinetto di Fisica dell'Imperial Regio Ginnasio Liceale di Bergamo*, da parte di Giuseppe Venanzio (1821-1899), docente di fisica presso il Liceo dal 1850 al 1888 e responsabile del Gabinetto di Fisica. Infatti, caduta la dominazione austriaca nel 1859, con l'annessione al Piemonte, il liceo divenne *Regio Liceo e Regio Ginnasio di Bergamo*.

I documenti dimostrano che anche negli anni della nuova amministrazione vi fu un costante arricchimento del Gabinetto di Fisica; in particolare un opuscolo del 1861<sup>24</sup> elenca gli strumenti che dovevano costituire la dotazione dei Licei del Regno, in confronto ai quali vengono segnalate mancanze e, conseguentemente, nuove richieste.

Gli acquisti di questo periodo si rivolgono al costruttore Giuseppe Allemano di Torino, che fondò la sua ditta nel 1859, e al Tecnomasio di Milano, fondato nel 1864 da Carlo Dell'Acqua, Luigi Longoni e Alessandro Duroni.

Il *Catalogo metodico* è suddiviso in settori della fisica, molto dettagliati, e in ciascun settore vengono elencati, numerandoli, gli apparecchi con i loro accessori e, soprattutto, con l'indicazione delle esperienze che con essi si possono realizzare; si tratta quindi di una guida, utile soprattutto dal punto di vista didattico. Poiché l'elencazione degli oggetti si protrasse almeno fino al 1886, come dimostrano le date di acquisto apposte a fianco degli apparecchi, deduciamo che esso fu utilizzato anche dopo la compilazione del successivo inventario, iniziata nel 1871, costituendone un completamento. Dal suo esame appare evidente la ricchezza della strumentazione in tutti i settori della fisica e il costante acquisto proprio di quegli strumenti al passo col progresso scientifico, in particolare appartenenti alle sezioni di ottica, del calore e dell'elettricità. Per quanto riguarda l'ottica, sono infatti di quegli anni le scoperte legate alla natura ondulatoria della luce e la conseguente costruzione di strumenti basati su tali fenomeni. Per quanto attiene al calore, si ha lo sviluppo della termodinamica e lo studio della conduzione del calore nei vari materiali. Infine, riguardo all'elettromagnetismo, dopo la scoperta nel 1820 di Hans Christian Oersted (1777-1851) delle interazioni elettromagnetiche, si costruirono apparecchi per la misura della corrente elettrica, come i galvanometri, e apparati denominati "Banco di Ampère" per lo studio delle interazioni fra correnti elettriche e campi magnetici. La scoperta nel 1831 da parte di Michael Faraday (1791-1867) dell'induzione elettromagnetica portò alla realizzazione dei primi generatori elettrici, delle bobine di induzione e dei primi trasformatori, ecc.

<sup>22</sup> LPSAS, LXIII, 5 febbraio 1853.

<sup>23</sup> LPSAS, XLIX, *Programmi* 1855, 1856, 1857; LXV, *Programmi* 1854, 1858.

<sup>24</sup> LPSAS, L, *Catalogo delle macchine, strumenti e vasi per il Gabinetto di Fisica e di Chimica nei regi Licei del Regno*.

L'archivio storico del Liceo contiene pochissimi documenti riguardanti il periodo compreso fra il 1865, anno in cui avvenne l'intitolazione della scuola a Paolo Sarpi, e il gennaio 1882; fra questi, tuttavia, vi è l'inventario redatto in ottemperanza ai dettami ministeriali, la cui intestazione riporta: *Inventario delle proprietà mobili dello stato presenti nel Gabinetto di Fisica al 31 dicembre 1870 compilato a termine dell'articolo 17 e seg. del Regolamento Generale per l'amministrazione del patrimonio. Regio decreto del 4 settembre 1870*.

L'inventario, sottoscritto da Giuseppe Venanzio, contiene un nucleo consistente di strumenti presenti nel Gabinetto a quella data, la maggioranza dei quali già presente nel Catalogo metodico; a ciascuno strumento corrisponde un numero, che troviamo inciso su ogni apparecchiatura. Seguono gli strumenti acquistati dopo il 1870, probabilmente fino al 1890.

Fra gli ultimi documenti dell'archivio vi sono una richiesta del gennaio 1882<sup>25</sup> da parte del Ministero, con sede a Roma, di indicare tutti gli strumenti doppi presenti nel Gabinetto, alla quale seguono gli ordini di spedizione di alcuni fra questi al liceo di Pesaro (25), al Liceo di Urbino (15), al liceo di Benevento (2), allo scopo di uniformare le dotazioni dei licei del Regno che, dopo l'unità d'Italia, presentavano evidentemente delle disparità.

L'inventario successivo è datato 1888, ma, come il precedente, copre un arco di tempo molto lungo, fino al 1910. Esso è sottoscritto da un altro insegnante di rilievo, Annibale Benetti, docente di Fisica presso il Liceo Paolo Sarpi dal 1888 al 1923<sup>26</sup>. Egli dovette godere di molta stima, tanto che il Provveditore, in una nota del 5 giugno 1923<sup>27</sup> nella quale decreta il collocamento a riposo del professore, esprime anche profondo apprezzamento per l'opera prestata nella scuola e annuncia il conferimento di una speciale onorificenza, in riconoscimento delle sue benemerenze.

Sono di Annibale Benetti le richieste del 1889 di interventi per dotare l'aula di fisica di acqua corrente e gas, e di una mensola di fronte ai banchi degli studenti per sostenere il galvanometro.

Gli acquisti registrati negli ultimi anni dell'Ottocento e nei primi dieci del Novecento riguardano le scoperte più recenti: tubi a vuoto per lo studio della scarica elettrica nei gas rarefatti e per l'analisi spettrale delle sostanze; tubi a raggi X, scoperti solo nel 1896 e sfruttati nella diagnostica medica; apparecchiature necessarie alla realizzazione delle esperienze sulle oscillazioni elettriche di alta frequenza, acquistate presso la ditta Max Kohl di Chemnitz; apparati per realizzare le esperienze sulle onde elettromagnetiche, scoperte da Herz nel 1887 e utilizzate da Marconi negli anni successivi per la prima trasmissione di segnali radio; infine apparecchiature per lo studio delle radiazioni ionizzanti, alla base della fisica moderna.

Il Gabinetto di Fisica del Liceo Paolo Sarpi si avvia così verso i nuovi campi della scienza, portando nel XX secolo, attraverso i suoi strumenti, la testimonianza dell'evoluzione della fisica e delle sue scoperte.

Esso costituisce un'importante testimonianza dell'aspetto sperimentale che ha caratterizzato la didattica della fisica in tutto l'Ottocento; le lezioni teoriche prevedevano costantemente l'impiego di strumenti per la dimostrazione di quanto presentato, ed erano spesso affiancate dalla realizzazione di esperienze per la verifica delle leggi. La ricchezza della dotazione dimostra che si riproducevano in aula anche quegli esperimenti significativi nei vari campi della fisica, affinché gli studenti diventassero consapevoli dei fondamenti del progresso scientifico.

**Laura Serra Perani**

<sup>25</sup> LPSAS, LXIII, 12 gennaio 1882.

<sup>26</sup> LPSAS, LXX, *Personale collettivo*.

<sup>27</sup> LPSAS, LXX, 5 giugno 1923.

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare l'Associazione ex alunni del Liceo Classico Paolo Sarpi e, in particolare, il suo presidente Giuliano Olivati, per avermi dato la possibilità di presentare il frutto delle mie ricerche nel Catalogo degli Strumenti del Gabinetto di Fisica. Questo lavoro ha preso l'avvio dall'Inventario storico degli strumenti del Gabinetto di Fisica, redatto nel 1998 in collaborazione con Perlita Serra Bailo, per incarico dell'Assessore alla Cultura della Provincia di Bergamo; gli studi, le ricerche e gli approfondimenti successivi sono sfociati nella schedatura dettagliata degli strumenti di interesse storico – circa 450 compresi fra le origini e il 1914 – che viene presentata in questa pubblicazione.

Voglio ringraziare l'Ateneo di Scienze, Lettere e Arti di Bergamo e, in particolare i suoi Presidenti Lelio Pagani e Maria Mencaroni Zopetti, che mi hanno dato l'impulso a intraprendere questo lungo lavoro; è stato per me prezioso il sostegno dell'Associazione, nel comune interesse culturale di studio e di approfondimento degli elementi di storia locale.

Devo un particolare e caloroso ringraziamento al professor Paolo Brenni, per i suggerimenti che mi ha fornito con grande generosità, così che ho potuto beneficiare della sua vasta competenza e autorevolezza per risolvere dubbi, correggere imprecisioni e acquisire certezze.

Ringrazio il dirigente del Liceo Giovanna Govoni per la disponibilità e per l'attenzione mostrata alla salvaguardia e alla valorizzazione del patrimonio scientifico custodito dalla scuola che dirige.

Ringrazio il personale della scuola per la disponibilità, ma soprattutto l'aiutante tecnico Donato Rizzello, appassionato custode da più di trent'anni degli strumenti del Liceo e preziosa memoria storica delle loro vicende; la sua disponibilità e gentilezza non sono mancate nemmeno in occasione degli inevitabili disagi che questo lavoro ha comportato.

## NOTE PER LA CONSULTAZIONE DEL CATALOGO

Gli oggetti catalogati, circa 450, sono gli strumenti entrati a far parte della collezione del Gabinetto di Fisica dalle origini fino ai primi venti anni del 900.

Essi sono raggruppati in sezioni, secondo lo schema proprio dei testi di Fisica e, all'interno delle sezioni, gli strumenti sono elencati e numerati seguendo l'indice degli argomenti che si ritrova nei libri ottocenteschi, accostando gli strumenti simili.

La scheda dello strumento si compone di due parti; nella prima sono riportati:

### NUMERO DI CATALOGO NOME DELLO STRUMENTO

*materiali con i quali è costruito*  
*dimensioni (in millimetri)*  
*eventuale firma*  
*datazione*

- Ogni strumento è contrassegnato dal numero di catalogo e, alla fine del testo, la tavola delle concordanze mette in relazione il numero di catalogo con il numero dell'inventario attuale della scuola e, dove è stato possibile, con i numeri dei diversi inventari.
- Per quanto riguarda il nome, in alcuni casi esso è diverso da quello citato nell'inventario della scuola, semplicemente perché si è approfittato per correggere qualche errore occorso nella trascrizione da un inventario all'altro; solo in pochi casi è parso più opportuno attribuire allo strumento la denominazione attualmente in uso in ambito scientifico, piuttosto che quella più antica.
- La firma incisa sullo strumento a volte contraddistingue il costruttore, a volte solo il rivenditore che contrassegnava con la propria sigla oggetti di altra provenienza.
- Riguardo alla datazione, essa si riferisce ad un anno preciso solo nel caso in cui lo stesso anno sia riportato sullo strumento; negli altri casi ci si è basati sul confronto degli inventari, sull'analisi dei documenti conservati nell'Archivio storico del Liceo e sulle caratteristiche costruttive dello strumento. La datazione è riferita al periodo di un quarto di secolo, in quanto, anche nei casi in cui è nota la data di acquisto, non si può avere la certezza che essa corrisponda alla data di costruzione.

Nella seconda parte della scheda è riportata una breve descrizione dello strumento e del suo uso. A volte vi è l'indicazione bibliografica di un testo nel quale si trova una descrizione dettagliata dello stesso apparecchio, o dell'esperienza che si realizza con l'apparecchiatura in oggetto.

In alcuni casi, nei documenti conservati nell'Archivio Storico del Liceo, si è rinvenuto qualche riferimento preciso allo strumento e tali riferimenti sono riportati nelle note che completano le schede.

Per moltissimi strumenti si è potuto ricavare l'anno di acquisto e la provenienza dal confronto sistematico fra gli inventari:

- i più antichi del 1793, del 1804 e del 1817;
- il catalogo metodico degli anni 1851-59;
- i successivi relativi agli anni 1871, 1888, 1914 e 1955.

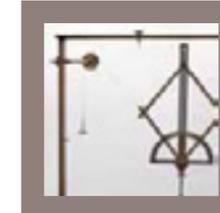
Il riferimento all'inventario è riportato nella nota in fondo alla scheda dello strumento; per le corrispondenze complete fra gli inventari si rimanda alla Tavola delle concordanze.



ASTRONOMIA



MISURA



MECCANICA



FLUIDI



ACUSTICA



TERMOLOGIA

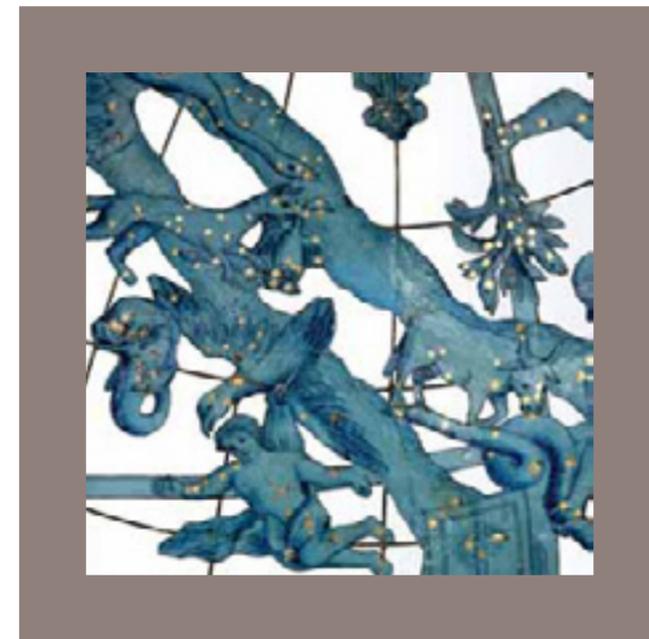


OTTICA



ELETTROMAGNETISMO

# CATALOGO



ASTRONOMIA

01/S

**MACCHINA PLANETARIA***Metallo, cartone, legno, vetro,  
cristallo di rocca**l. 1000; h. 2000; globo: d. 800 circa**Giò Albrici**4/4 XVIII secolo*

Si tratta di un grande modello copernicano del sistema solare, con i pianeti, la fascia dell'eclittica e il cielo stellato, racchiuso in una teca esagonale di legno e vetro, apribile su due lati. Il globo è montato su un piedistallo in legno di noce, così che l'apparato ha un'altezza complessiva di 1,65 metri; al piedistallo è fissato un asse centrale che sorregge il Sole e una prima cassa cilindrica, di legno intagliato e dorato, che nasconde il meccanismo a orologeria responsabile del moto dei pianeti. Tale meccanismo è azionato da una molla, che si può caricare

■ 01/S



mediante una chiave, posta anch'essa nella cassa. All'asse centrale è fissata inoltre una seconda cassa cilindrica, la cui posizione viene a coincidere con il piano mediano del globo, la quale nasconde le ruote dentate che muovono la Terra, la Luna, Mercurio e Venere e il cui piano superiore rappresenta l'orbita terrestre. Al centro vi è la palla dorata del Sole, intorno al quale possono ruotare i pianeti minori Venere e Mercurio, costituiti da piccoli cristalli di rocca, tagliati a forma di diamante e sorretti da asticcioline d'ottone. La Terra è un globo di circa due centimetri di diametro, sulla cui superficie sono rappresentati i continenti; la Luna, che è una perla di fiume, gira intorno alla Terra. Piccole sfere di metallo simboleggiano i pianeti maggiori Marte, Saturno, Giove; i satelliti di questi sono cristalli di rocca.

La parte della macchina che desta la maggiore ammirazione è tuttavia il globo celeste, costituito da un'intelaiatura di fili d'ottone che tracciano meridiani e paralleli, ai quali sono fissate delle sagome in cartone, dipinte nelle sfumature dell'azzurro, raffiguranti le costellazioni, le cui stelle principali sono dei piccoli cristalli, mentre le restanti sono dipinte in oro. La calotta superiore del globo è asportabile, così da rendere l'interno perfettamente visibile e accessibile.

■ 01/S (particolare)



■ 01/S



Il costruttore del globo con planetario è Giovanni Albricci, divenuto macchinista presso il Collegio Mariano nel 1784 e qui rimasto fino al 1814. Dai documenti<sup>1</sup> risulta che l'acquisto della macchina risale all'anno 1784, ma essa doveva essere già costruita, considerato che, fra i pianeti, manca Urano, scoperto nel 1781.

Sul piano orizzontale dell'orbita terrestre è scritta la spiegazione della macchina ad opera del costruttore stesso:

**MACHINA PLANETARIA**

**O SIA IL SOLARE SISTEMA DEL MONDO**

Con la quale si fa vedere la posizione e distribuzione delli Corpi Celesti, e principalmente delli Pianeti con li loro Satelliti, ed in poche ore con questa si fa vedere le loro rivoluzioni intorno al Sole con li moti fra loro rispettivamente proporzionali calcolati con la Tavola contenente il risultato delle più recenti osservazioni per le rivoluzioni de' Pianeti fatta dal Celebre Astronomo di Parigi il Sig. De La Lande.

\* \* \*

NOTA. Le grandezze, e le distanze de' Pianeti in questa machina non sono fra loro a giusta proporzione; esigendo queste o una mole grandis-

sima della machina o una piccolezza e minutezza tale che li corpi di alcuni pianeti sarebbero riusciti quasi invisibili. Perciò a soddisfazione delli spettatori se ne fa vedere separatamente tanto la loro grandezza proporzionale, quanto la distanza a norma della palla d'oro rappresentante il Sole

\* \* \*

**BREVE SPIEGAZIONE DELLA MACCHINA**

La palla d'oro che sta nel centro rappresenta il Sole, la prima più vicina a questa Mercurio. La seconda Venere. La terza, che gira intorno a sé sopra il suo asse inclinato e d'intorno al Sole rappresenta la Terra, da noi abitata. Il primo moto rappresenta il giorno intiero d'ore 24, ed il secondo moto intorno al Sole, che si compie in 365 rivoluzioni, rappresenta l'anno.

\* \* \*

La mutazione delle stagioni si rappresenta dalla diversa inclinazione dell'asse. Quando la Terra vedrà il Sole in Ariete, sarà la Primavera, quando la vedrà in Cancro, l'Està. In Libra, l'Autunno et in Capricorno, l'Inverno. Alli due moti della Terra si devono riferire tutti i moti delli altri Pianeti, tanto inferiori che superiori.

■ 01/S (particolare)



La quarta palla che gira attorno alla Terra rappresenta la Luna, ed il circolo inclinato sul qual s'aggira dimostra la sua Orbita e li suoi Nodi.

\* \* \*

Il seguente cerchio rappresenta li aspetti della Luna, ed il Terzo cerchio più grande serve d'Eclittica per osservare esattamente dove sia il Sole, che giorno del mese sia, ed in qual grado e segno sia la Luna e li suoi nodi per mezzo delli indici.

La quinta palla fuori di questo piano rappresenta Marte. La sesta più grande d'argento Giove, con li 4 satelliti. La settima più lontana Saturno con il suo anello e 6 satelliti. La fascia attorno al Globo rappresenta l'Eclittica ed il Globo il Ciel stellato.

Nella nota si fa riferimento ad una rappresentazione in scala dei pianeti e delle loro orbite, dipinta su una lunga striscia di carta, montata in tela; la carta è citata anche nell'inventario del 1793, ma purtroppo scomparsa.

Nell'archivio della Misericordia Maggiore conservato presso la Biblioteca Civica Angelo Mai di Bergamo è stato rinvenuto un documento<sup>2</sup> particolarmente importante, che spiega nel dettaglio le

■ 01/S (particolare)



■ 01/S (particolare)



■ 01/S (particolare)



caratteristiche costruttive della macchina, nonché le problematiche specifiche che l'uso didattico dell'apparato consente di affrontare e risolvere<sup>3</sup>.

Il documento, nella parte che si riferisce alla macchina planetaria, si compone di due parti dal titolo: *Costruzione della Macchina Planetaria e In questa macchina si spiega*. Nella prima parte, redatta dall'Albricci, vi è la descrizione dettagliata dei particolari costruttivi della macchina e specificatamente dell'insieme di ruote dentate e pignoni che consentono il movimento dei pianeti; la figura 1 riporta i disegni che nel documento accompagnano la descrizione.

La seconda parte, redatta da Lorenzo Mascheroni enuncia nove argomenti che possono essere spiegati con l'uso del planetario come, ad esempio, il susseguirsi del dì e della notte, le stagioni dell'anno, la precessione degli equinozi, le eclissi, i moti della luna e dei pianeti.

Il documento è trascritto nell'appendice I.

La Macchina planetaria è stata restaurata dal professor Paolo Brenni e dai suoi collaboratori nei laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, gra-

zie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di vari enti e privati.

<sup>1</sup> MARIA MENCARONI ZOPPETTI, *Prè Giovanni Albricci e il sistema del mondo*, La rivista di Bergamo, n. 8, marzo 1997, p. 58.

<sup>2</sup> Biblioteca Civica di Bergamo (d'ora in poi BCB), Fondo manoscritti, MMB459 (14).

<sup>3</sup> Il documento in oggetto è stato segnalato da M. MENCARONI ZOPPETTI, op. cit., p. 57.

02/S

## PLANETARIO

*Legno, carta, metallo*

*d. 320; h. 430*

*Fabbrica Nazionale Presso la Libreria Ubicini di Andrea Ubicini in Milano*

*1/2 XIX secolo*

Una base circolare zavorrata in legno nero regge una colonnina tornita da cui si diramano quattro bracci sagomati su cui poggia un anello rivestito di carta colorata. Sull'anello sono segnati ad inchiostro i punti cardinali, i mesi e le costellazioni dello zodiaco con le loro scansioni temporali e un cer-

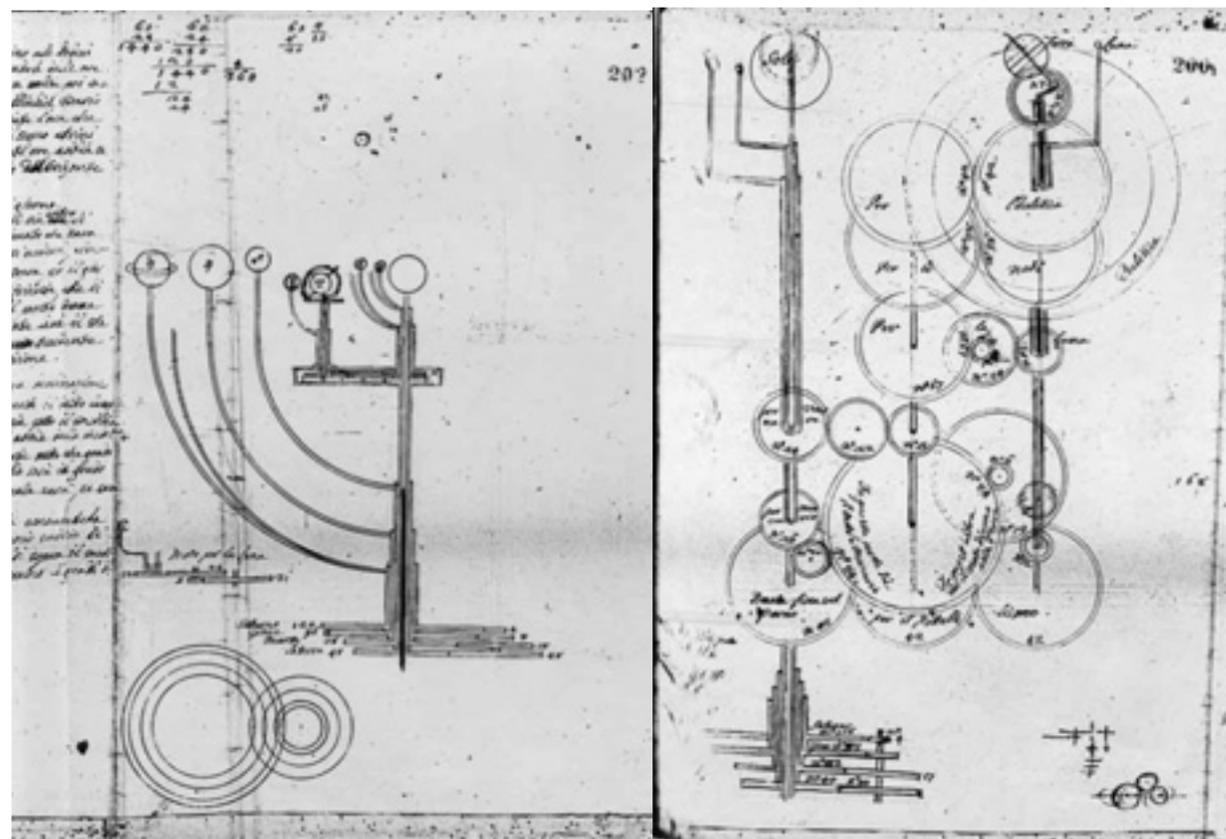
chio graduato diviso in quadranti. Sull'anello, inoltre, è riportata la firma del costruttore (fig. 2).

Alla sommità della colonnina centrale sono fissati: un'asta verticale in ottone, nella quale è inserita una sfera metallica che rappresenta il Sole; due asticciole di diversa lunghezza che terminano con due sferette di grandezza inferiore, rappresentanti i pianeti Mercurio e Venere; una lamina orizzontale di ottone che sorregge la Terra e gli ingranaggi

per la trasmissione del movimento. Un arco metallico solidale con il supporto della Terra termina con una pallina d'avorio che rappresenta la Luna. La superficie della Terra riporta i meridiani, i paralleli e la rappresentazione dei continenti.

La piastra d'ottone che sorregge la Terra scorre lungo il cerchio graduato in cartone sul quale è possibile leggere a quale periodo dell'anno corrisponde la posizione che la Terra assume con il suo

■ 01/S (fig. 1)



■ 02/S



■ 02/S (fig. 2)



movimento di rivoluzione. Il meccanismo è posto in funzione agendo su un'asta fissata diametralmente alla piastra. Tra il Sole e la Terra si trova una colonnina d'ottone con un ago orizzontale che segna la direzione dei raggi solari.

Il planetario è stato restaurato nei primi mesi del 2008 dal professor Paolo Brenni e dai suoi collaboratori nei laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, grazie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di vari enti e privati.

03/S

**GLOBO TERRESTRE***Legno, carta**h. 620; globo: d. 340**Villa Ubaldo - Milano; Stucchi incisore 1821*

Un supporto in noce chiaro tornito regge quattro bracci in legno rivestito di carta, su cui poggia un anello orizzontale rivestito di carta. Al supporto è

■ 03/S (fig. 3)



■ 03/S (fig. 4)



appoggiato un cerchio verticale sul quale sono segnati i "gradi di elevazione dal polo" per la determinazione della latitudine, e la durata della notte in rapporto alla distanza dall'equatore. Al cerchio è fissato l'asse della Terra, rappresentata da un globo rivestito di carta, su cui sono disegnati ad inchiostro i dati fisici del Globo Terrestre. In corrispondenza dell'Oceano Pacifico settentrionale si trova uno stemma con la firma del costruttore (fig. 3): *Globo terrestre di nuovo corretto ed accresciuto dietro le ultime scoperte della fabbrica di Ubaldo Villa in Milano 1821.*

Sull'anello orizzontale sono riportati: un cerchio graduato diviso in quadranti per determinare la longitudine; le costellazioni dello zodiaco e i nomi dei mesi con le loro scansioni temporali; i punti cardinali. Qui vi è la dicitura (fig. 4) *In Milano presso il fabbricatore Ubaldo Villa Cont. Di S. Vittorello p. Romana n. 4151 - l'incisore Stucchi al Ponte Vetro 2225.*

Sui bracci che sorreggono l'anello orizzontale sono scritti i nomi di alcune città del mondo, con le loro coordinate geografiche e il rispettivo numero di abitanti.

■ 03/S



Il globo è stato restaurato nei primi mesi del 2008 nei laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, grazie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di numerosi enti privati.

#### 04/S GLOBO CELESTE

*Legno, carta*

*h. 500; globo: d. 330*

*Villa Ubaldo – Milano; Stucchi incisore  
1815 circa*

Un supporto in noce annerito regge quattro bracci in legno rivestiti di carta, su cui poggia un anello orizzontale rivestito di carta, sul quale vi sono: un arco di cerchio diviso in quadranti per la determinazione della longitudine; le costellazioni dello zodiaco; i mesi e i punti cardinali. Qui vi è la dicitura (fig. 5): *in Milano presso il fabbricatore Ubaldo Villa. L'incisore S. Stucchi al ponte Vetro 2225.*

Al supporto è appoggiato un cerchio verticale graduato per la determinazione della latitudine, sul quale è indicata la durata della notte in rapporto alla distanza dall'equatore. Al cerchio è fissato l'asse del globo celeste.

Il globo può ruotare intorno al suo asse ed è rivestito di carta sulla quale sono disegnate le costellazioni con i loro nomi e le stelle principali. Sul globo è riportata la seguente dicitura (fig. 6): *Globo celeste per l'epoca dell'anno 1810 che contiene le stelle dalla prima alla quarta grandezza, secondo i nuovi cataloghi dei proff. Piazzini e Lacaille pubblicato nel 1815*

Sui bracci che sorreggono il cerchio graduato sono riportati i nomi di alcune città, con le loro coordinate e il rispettivo numero degli abitanti.

Il globo celeste è citato al numero 101 dell'inventario del 1817<sup>5</sup> ed è stato acquistato, insieme ad un globo terrestre (conservato presso il museo Enrico Caffi di Bergamo) per sostituire altri due globi della fine del XVIII secolo, che si erano logorati per l'uso (il globo terrestre è conservato presso lo stesso museo di Bergamo).

Nel documento<sup>6</sup> citato nella scheda della Macchina planetaria 01/S vi è una terza parte, redatta da Giovanni Albricci, dal titolo *Delli usi del Globo Celeste*, nella quale l'autore fornisce gli avverti-

■ 04/S (fig. 5)



■ 04/S (fig. 6)



menti per effettuare calcoli con il globo celeste ed elenca quattro problemi pratici. I quesiti posti e le parole usate sono del tutto simili a quelle che troviamo nel *Compendio di Astronomia colle tavole astronomiche*, scritto da J.J. Lalande<sup>7</sup>, e al quale l'Albricci si è riferito per la costruzione della sua Macchina planetaria.

Il documento è trascritto nell'appendice II.

Il globo è stato restaurato nei primi mesi del 2008 a Firenze, nei laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica, grazie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di vari enti e privati.

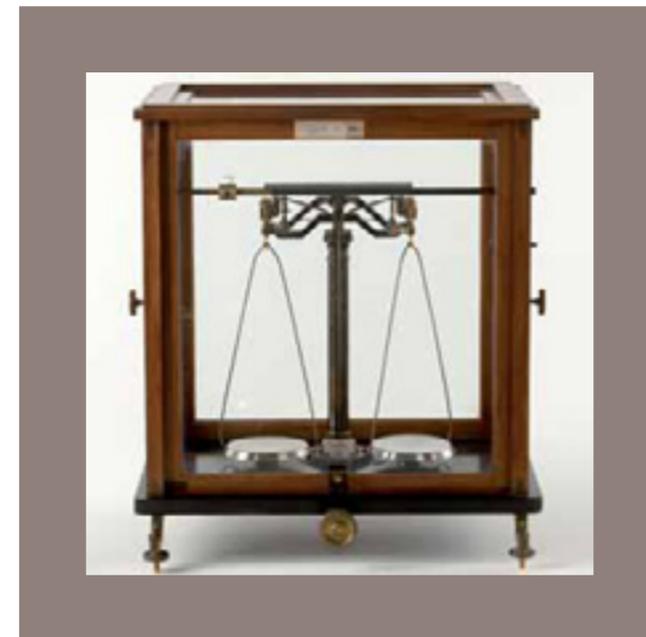
<sup>5</sup> Liceo Classico Paolo Sarpi di Bergamo, Archivio Storico (d'ora in poi LPSAS), LXIII, 30 ottobre 1815.

<sup>6</sup> Vedi nota 2.

<sup>7</sup> J.J. LALANDE, *Compendio d'Astronomia colle Tavole Astronomiche*, Padova, 1777, p. 43.

■ 04/S





MISURA

**01/L**  
**BILANCIA**

*Ottone, argento, vetro, legno*  
 teca: 600 × 250, h. 950  
 Giò Cattinetti a Milano  
 1/4 XIX secolo

Bilancia a due piatti in un'elegante teca di legno di noce e vetro, montata su piedini metallici regolabili; lo sportello scorre verso l'alto per consentire l'accesso alla bilancia. Una staffa sospesa al soffitto della teca sostiene, mediante un cuneo metallico, il giogo della bilancia, che reca al centro un indice verticale per verificare l'equilibrio. Al giogo sono sospesi mediante fili metallici i piatti in ottone dotati di ganci per le esperienze di idrostatica. Alla

base della teca è montata una colonna d'ottone, a cui è fissato un elegante sostegno dello stesso metallo, che può essere opportunamente alzato per sostenere i piatti nella posizione di riposo.

La leva di sollevamento si trova nella parte anteriore della teca, ma è attualmente inservibile.

La bilancia è dotata di un secchiello d'argento e di un altro completo, per l'esperienza di Archimede, nonché di un astuccio in legno a due scomparti, uno con pesi della libbra milanese (1 libbra, 6 - 3 - 2 - 1 once, 12 - 6 - 3 denari) ed un altro con grani (12 - 6 - 3) e frazioni, cui vanno aggiunti otto pesi delle frazioni di grano avvolti in cartine. Sull'astuccio è stata applicata un'etichetta in carta sulla quale si legge: *campioni della libbra sino ad 1/32 del grano del peso di Milano*. La corri-

spondenza approssimata dei pesi milanesi con i grammi è la seguente: 1 libbra = 12 once = 326,8 g; 1 oncia = 24 denari = 27,2 g; 1 denaro = 24 grani = 1,1 g; 1 grano = 0,047 g.

La firma del costruttore è incisa sul sistema di sospensione del giogo e sul sostegno dei piatti.

Data di acquisto 1809/10<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LPSAS, LXIII, Nota 30 marzo 1811.

**02/L**  
**BILANCIA DI PRECISIONE**

*Ottone, argento, platino, legno di noce, vetro*  
 teca: 450 × 280, h. 590  
 Cattinetti Giò - Milano matr. n° 2  
 2/4 XIX secolo

Bilancia di precisione a due piatti, con sensibilità 0,0005 g, racchiusa in una teca di legno di noce e vetro, montata su piedini in ottone, con un cassetto nella parte inferiore per contenere gli accessori. Un'elegante colonnina d'ottone sorregge il giogo mediante un cuneo in metallo, che è collegato ad un indice verticale mobile su una piccola scala graduata.

Una carrucola nascosta alla base della colonna permette di abbassare il giogo facendolo poggiare, quando non è in posizione di lavoro, su due sostegni metallici a forma di serpenti ondeggianti. Alle estremità del giogo sono agganciate due aste sottili che reggono due piccoli piatti d'argento.

Allo strumento sono annessi due astucci in legno contenenti pesi in argento e in ottone con le frazioni del grammo, mentre manca la livelletta a bolla d'aria in custodia d'ottone di cui parlano i vecchi documenti.

La firma del costruttore e il numero di matricola sono incisi alla sommità della colonna.

**03/L**  
**BILANCIA IDROSTATICA DELLA PORTATA DI UN CHILOGRAMMO**

*Ferro, ottone, nichel*  
 teca: 570 × 200, h. 670  
 Ruprecht - Wien  
 1/4 XX secolo

Un treppiede in ghisa verniciato in nero con viti regolabili porta una colonnina, pure in ghisa, che

regge, mediante un coltello in acciaio, il giogo in ottone verniciato. Alle sue estremità sono posti due ganci per sospendere i pesi e il doppio cilindro di Archimede; un'intelaiatura fissa di metallo sorregge i piatti, che possono essere rimossi dal loro supporto, quando l'apparecchio viene usato come bilancia idrostatica.

L'indice è fissato al giogo in modo da segnare la pesata su una scala posta alla base della colonna.

All'apparato sono annessi tre pesi nichelati con gancio, di massa complessiva pari a 600 g ed un cilindro di Archimede.

Data di acquisto 1901<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, CCLXXXV, Inventario 1914 n. 60.

■ **01/L**■ **02/L**

**04/L**  
**BILANCIA DI PRECISIONE DELLA PORTATA  
 DI 500 GRAMMI**

*Metallo, ottone, legno, vetro*

*teca: 490 × 350, h. 570*

*Sartorius F. – Göttingen*

*4/4 XIX secolo*

Bilancia di precisione a giogo corto inserita in una teca in legno e vetro apribile e montata su piedini

in ottone regolabili. Dalla base si innalza una colonna verticale metallica che regge il giogo; un meccanismo, comandato da una manopola posta anteriormente alla base della custodia, mantiene sollevato il giogo quando non è in posizione di lavoro e lo abbassa appoggiandolo su un cuneo di agata. Al centro del giogo è collegato l'indice, la cui estremità sfiora una scala posta alla base della colonna portante. La scala reca in basso la firma del costruttore. I piatti della bilancia sono sorretti da

fili metallici, i quali appoggiano, mediante ganci, su cunei pure in metallo. Al di sopra del giogo è posta un'asta orizzontale che reca incisa una scala 9 – 0 – 9, con divisioni 1:1; su quest'asta potevano essere appoggiati i cavalieri (mancanti) sfruttando il movimento di un'astina ricurva comandata da una manopola alloggiata sul lato destro della teca. Sono annessi un astuccio in legno contenente pesi in ottone da 200 g a 1 g e una pinzetta con le punte in avorio, ed una astuccio in legno contenente le frazioni del grammo in platino.

Data di acquisto 1893<sup>3</sup>

<sup>3</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 59.

**05/ L**  
**CENTIMETRO CUBO CAVO CON CUBETTO  
 IN FERRO**

*Peltro, ferro*

*10 × 10 × 10*

*1/4 XIX secolo*

Centimetro cubo in peltro con un foro nel quale si adatta perfettamente un cubetto in ferro.

**06/L**  
**CUBO CAVO**

*Peltro*

*162 × 162 × 162*

*1/4 XIX secolo*

Cubo cavo in peltro probabilmente citato già negli inventari più antichi<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

**07/L**  
**DECIMETRO CUBO**

*Peltro*

*100 × 100 × 100*

*1/4 XIX secolo*

Decimetro cubo in peltro, con una delicata incisione lungo i bordi delle pareti. L'acqua distillata a 4 °C, che esso può contenere costituisce l'unità di massa e cioè il campione del chilogrammo.

**08/L**  
**PARALLELEPIPEDO IN OTTONE PIENO**

*Ottone*

*73 × 70, h. 43*

*1/4 XIX secolo*

Parallelepipedo in ottone pieno, recante l'incisione: *2 libbre metricae*. Esso costituisce il campione dell'unità di massa pari a 1 kg.

La libbra metrica venne utilizzata nel periodo di transizione precedente all'introduzione obbligatoria del sistema metrico decimale, avvenuta in Italia dopo l'unificazione.

Nelle zone di influenza francese, e quindi anche nel Dipartimento del Serio, al quale apparteneva la città di Bergamo, questa unità di misura fu introdotta durante il periodo napoleonico e corrispondeva a un chilogrammo.

**09/L**  
**DECIMETRO CUBO CAVO SU SUPPORTO  
 IN LEGNO E OTTONE**

*Ottone, legno*

*100 × 100 × 100*

*2/4 XIX secolo*

Decimetro cubo cavo da appoggiare su una base idonea in ottone e legno; su una delle pareti del cubo sono incise le linee che suddividono la superficie in centimetri quadrati.

I materiali e la fattura lo fanno accostare al campione 14/L.

**10/L**  
**CUBI PIENI IN OTTONE**

*Ottone*

*Varie*

*2/4 XIX secolo*

Sei cubetti in ottone contrassegnati con i numeri 2 – 8 – 16 – 32 – 64 – 128, incisi su una delle loro facce, corrispondenti al rispettivo peso in grammi. Probabilmente accessori di una bilancia<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo Metodico*, p. 16, n. 24: si tratta forse della bilancia qui descritta.



**11/L**  
**PESI IN FERRO E PIOMBO CON MANICO**

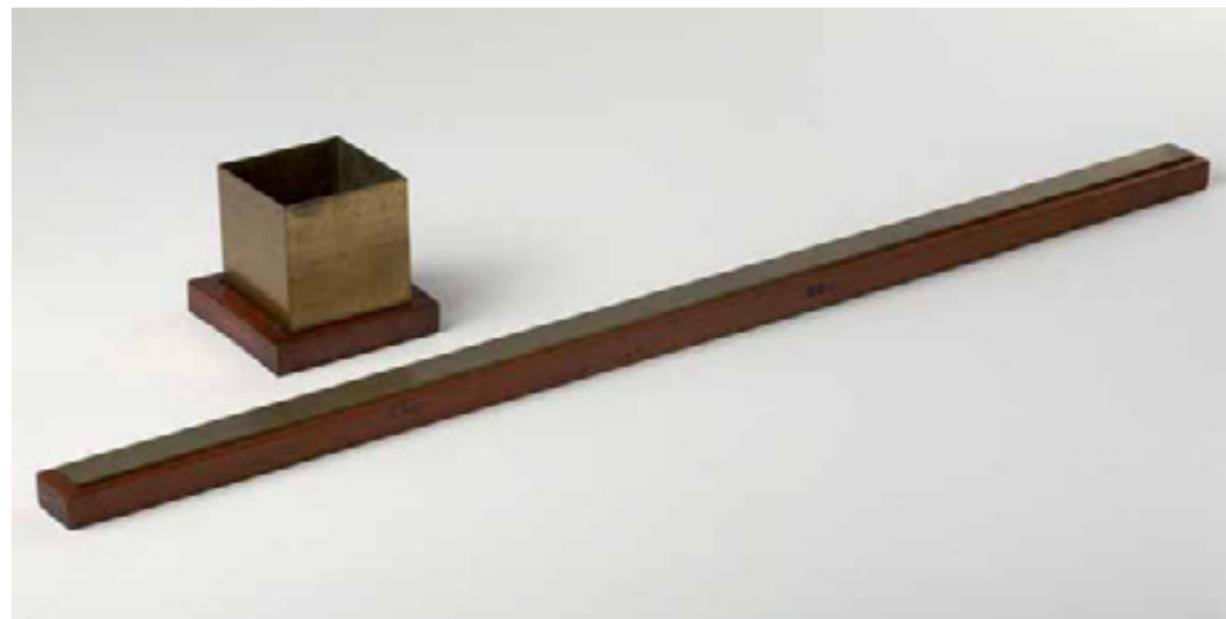
Ferro, piombo  
varie misure  
XVIII secolo

Tre pesi in ferro e piombo con manico, contrassegnati dai numeri VIII, VIII e XIII. A p. 151 del Catalogo metodico, in corrispondenza del numero 21 si legge: *Alcuni pesi di ferro e di piombo che, non essendo secondo il sistema metrico, si adoperano non per pesare, ma per aggravare calamite, per tendere corde sonore, etc.*

**12/L**  
**PESI IN PIOMBO**

Piombo  
varie misure  
XVIII secolo

Quattro pesi in piombo con una piccola impugnatura, verniciati di nero, contrassegnati al di sotto della base con i numeri 1, 3, 7, (?), scritti a mano. Serie di nove pesi in piombo a forma di cilindro, verniciati di nero, accessori del cuneo 20/M. Al di sotto della base sono incisi i numeri: 100 su quattro pesi, 50 su due pesi, 200 su altri due e 150 su uno di essi, corrispondenti alle rispettive masse in grammi.

■ **09/L - 14/L****13/L**  
**REGOLO CALCOLATORE**

Legno  
l. 260  
Gravet Lenoir, 14 rue Cassette Paris  
3/4 XIX secolo

Il regolo calcolatore riporta sulla parte anteriore, in alto, la firma Gravet Lenoir e in basso l'indirizzo del costruttore; sulla parte posteriore sono indicati i valori delle costanti più utili. Nel *Catalogo metodico* è registrato col numero 9 a p. 146 un regolo moltiplicatore, acquistato nel 1871.

**14/L**  
**METRO CAMPIONE**

Ottone, legno  
l. 1000  
Plazzoli  
2/4 XIX secolo

Metro campione in ottone, suddiviso in decimetri, centimetri e millimetri, inserito in una cornice in legno lucidato. I materiali e la fattura lo fanno accostare al campione 9/L.

**15/L**  
**TEODOLITE**

Metallo, ottone, legno  
h. 1260  
1/4 XIX secolo

Teodolite a cannocchiale, di probabile provenienza inglese, montato su un treppiede in legno e ottone e dotato di 4 viti calanti per regolare la posizione dello strumento in base alle indicazioni di due livelle, l'una sul cannocchiale, l'altra sulla base circolare. Il cannocchiale è dotato di una lente acromatica e di un oculare mobile mediante manopola e pignone per la messa a fuoco delle immagini. Esso è solidale ad un semicerchio verticale sul quale è incisa una scala che riporta i gradi da 0° a 180° e un nonio per letture degli angoli zenitali con precisione di 5 primi.

Il cannocchiale inoltre ruota intorno ad un asse verticale ed è collegato ad un indice che scorre su un cerchio orizzontale graduato, che riporta divisioni di un grado da 0° a 360° per la misura degli angoli azimutali; la scala è dotata di un nonio ventesimale. La presenza della bolla al di sopra del cannocchiale ne consente l'utilizzo come livella.

**16/L**  
**CANNE DA AGRIMENSORE**

Legno, metallo, cuoio  
l. 1500  
3/4 XIX secolo

In un astuccio in cuoio sono contenute delle aste da agrimensore con biffa (mira) bicolore.

**17/L**  
**OROLOGIO A PENDOLO**

Metallo, vetro, legno  
235 × 170, h. 265; l. pendolo 860  
Castaldi - Allemano - Torino  
3/4 XIX secolo

Una teca in vetro con una base in legno da sospendere alla parete racchiude il meccanismo di un orologio a pendolo, dotato di scappamento ad ancora. Il quadrante è costituito da un anello bianco su cui sono incise le ore in numeri romani e i tratti corrispondenti ai minuti; il meccanismo che sorregge e muove le lancette delle ore, dei minuti e dei secon-

■ **15/L**

di è perciò visibile al centro del quadrante. Il pendolo è stato acquistato nel 1865<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 422.

**18/L**  
**CRONOMETRO**

Metallo, vetro  
d. 50  
Lemania  
1/4 XX secolo

Il cronometro è simile ad un orologio da taschino ed è dotato di una cassa in acciaio. Il quadrante bianco, nel cui centro è imperniata una lancetta, reca una doppia scala circolare: la più esterna è suddivisa in decimi di secondo, da 0 a 30; la più interna, di colore rosso, da 30 a 60. Nella parte superiore del quadrante è imperniata un'altra lancetta più piccola che scorre su una scala indicante i secondi, da 0 a 15.

Data di acquisto 1906<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 75.



MECCANICA

### 01/M APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELL'EQUILIBRIO STABILE

*Legno, ottone*  
base: d. 100; h. 250  
4/4 XIX secolo

Tre sfere in bosso sono collegate fra loro mediante asticciolate metalliche regolabili, e la sfera centrale appoggia sulla punta di ottone con cui termina un piedistallo in legno tornito. Regolando le asticciolate, si alzano e si abbassano le sfere laterali, così da modificare la posizione del baricentro. Se il baricentro si abbassa al di sotto del punto di appoggio, l'equilibrio è stabile.

Data di acquisto: 1889<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 10.

### 02/M PIASTRA ETTAGONALE CON SUPPORTO IN LEGNO

*Ottone*  
base: d. 110; h. 200  
4/4 XIX secolo

Una colonnina in legno tornito con base circolare termina con una punta in ferro atta a sostenere la piastra in ottone. Quest'ultima, di forma irregolare a sette lati, presenta su una delle facce due linee leggermente incise, il cui punto di incontro è infos-

### 01/M



sato e rappresenta il baricentro.

Appoggiando la piastra nel suo baricentro sulla punta del piedistallo, essa resta in equilibrio indifferente.

Gli inventari del 1793 e del 1804<sup>2</sup> indicano al n° 1 della sezione di meccanica una piastra d'ottone analoga, provvista di pilieri; inventari più recenti menzionano una piastra ettagonale in ottone dono del prof. Benetti, in servizio presso il Liceo Sarpi dal 1888 al 1923.

<sup>2</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

### 03/M PARALLELEPIPEDO ARTICOLATO

*Legno*  
base: 140 × 140; h. 290  
1/4 XX secolo

Parallelepipedo formato da asticciolate di legno articolate fra di loro, in modo da rendere possibile l'inclinazione delle aste verticali rispetto alla base. Due fili sottili tesi fra i punti medi delle asticciolate si intersecano nel baricentro, nel quale è sospeso un filo a piombo.

Inclinando il parallelepipedo, esso resta in equilibrio finché la verticale – evidenziata dal filo a piombo – cade all'interno della base d'appoggio.

Data di acquisto: 1914.

### 04/M PIRAMIDE

*Legno*  
190 × 190; h. 380  
1/4 XX secolo

Piramide a base triangolare equilatera, formata da asticciolate di legno unite tra loro, per la determinazione del centro di gravità.

Data di acquisto: 1914<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Liceo Paolo Sarpi (da ora in poi LPS), *Inventario 1955*, n. 31.

### 05/M CILINDRO A BASE OBLIQUA

*Legno lucido*  
d. 65  
4/4 XIX secolo

Cilindro in legno lucido con una base orizzontale, l'altra obliqua per la dimostrazione delle condizioni di equilibrio di un solido appoggiato.

Data di acquisto 1889<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> LPS, *Inventario 1955*, n. 17.

### 06/M REGOLO A FORMA DI ZETA

*Legno di pero*  
195 × 166  
1/4 XIX secolo

Tre assicelle di legno lucidato sono unite a formare una zeta. Probabilmente servono a dimostrare le condizioni di equilibrio su un piano inclinato.

Nell'inventario del 1804<sup>5</sup>, al numero 5 della sezione *Macchine spettanti alla meccanica*, è indicata *Una figura di Z grande di legno di pero (£ 2)*

<sup>5</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

### 07/M TRIANGOLO

*Legno di pero*  
lati: 200, 165, 150  
3/4 XIX secolo

Triangolo scaleno per la determinazione del centro di gravità.

### 08/M APPARATO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLE CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

*Legno, metallo, ottone*  
staffa: h. 420; cono 370; asta 420  
1/4 XIX secolo

In un'asta di legno a forma di parallelepipedo con le estremità tornite sono fissati due perni metallici contrapposti lungo l'asse orizzontale passante per il baricentro e altri due nel punto medio tra il baricentro e un'estremità dell'asta. In corrispondenza di tali perni,

### 09/M



l'asta può essere fissata, per mezzo di due viti regolabili, ad un sostegno metallico a forma di staffa.

Alla stessa staffa può essere fissato un cono in legno di bosso, grazie ai perni posti lungo l'asse orizzontale passante per il baricentro.

L'apparato mostra le condizioni di equilibrio indifferente per il cono e per l'asta se sospesi lungo l'asse passante per il baricentro e le condizioni di equilibrio instabile per l'asta se sospesa per l'altro punto di sospensione.

Questi accessori potrebbero corrispondere a quelli citati nell'inventario del 1804 in corrispondenza del n. 36 della sezione dedicata alla *Meccanica*, dove è riportato: *Una vite di legno montata perpendicolarmente, portante in cima una ruota di legno scannelata come la carrucola, ed altra più piccola da un lato* [attualmente conservati al Museo Enrico Caffi di Bergamo]; *a questa appartengono un cono di bosso armato in ferro, ed una riga, con asta del suddetto metallo*. Il sostegno a U, tuttavia, sembra essere della fine piuttosto che dell'inizio del XIX secolo.

### 09/M PARADOSSO MECCANICO

*Legno, metallo*  
560 × 290; h. 100; d. 130  
4/4 XVIII secolo

Doppio cono di legno tinto in nero, con punte in ottone ai vertici, che può rotolare su due guide di legno. Le guide sono unite ad una estremità e distanziate

mediante un'asta metallica all'estremità opposta e risultano inclinate verso la parte convergente, dato che i piedi di appoggio sono di altezze diverse. Appoggiando il doppio cono sulle guide, esso si muove verso la parte più alta apparentemente risalendo lungo le guide. Questo apparato è un'applicazione del principio che regola l'equilibrio dei corpi, secondo il quale ogni corpo tende spontaneamente a raggiungere la configurazione corrispondente alla minima energia potenziale, ma sembra piuttosto evidenziarne una contraddizione, in quanto, nella maggioranza dei casi, la minima energia potenziale corrisponde ad una distanza più bassa dal suolo e in questo caso si osserva invece il cono salire. In realtà, mentre il doppio cono scorre lungo le guide verso l'alto, la forma divaricata delle guide fa sì che il cono appoggi nel movimento le parti più sottili cosicché il suo baricentro, la cui altezza è quella dell'asse passante per i vertici dei coni, si abbassa. L'apparecchio è citato già nell'inventario del 1793<sup>6</sup> al numero 5 della sezione *Macchine spettanti alla*

*meccanica* redatto dal macchinista Giovanni Albricci che così lo descrive:

*Un doppio cono di legno di noce tinto in nero, ed armato di punte d'ottone, con due righe di legno di noce tinte in rosso ed unite con cerniera d'ottone da una parte, e dall'altra con due pilieri di bosso.*

.....  
<sup>6</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

#### 10/M **APPARATO DELLE MACCHINE SEMPLICI**

*Legno di noce, metallo  
1180 × 430, h. 1080  
Malacrida G. - Bergamo  
4/4 XIX secolo*

Grande telaio in legno di noce lucidato montato su piedi in metallo regolabili mediante viti in ottone, al quale possono essere fissati diversi accessori per esperienze di meccanica. Tale apparato è firmato

#### ■ 10/M



dall'artigiano bergamasco G. Malacrida ed è stato acquistato nel 1891 con alcuni accessori; esso è stato arricchito di ulteriori accessori fino al 1897<sup>7</sup>. I lati del telaio sono percorsi da una lunga fessura, che permette di inserire viti e morsetti atti a sorreggere i diversi accessori.

1. PIANO INCLINATO: alla base del telaio è appoggiato un piano inclinato formato da un'asta orizzontale graduata bicolore e da due guide metalliche, che sono incernierate da una parte ad un'estremità dell'asta orizzontale e, dall'altra, possono essere fissate al telaio ad un'altezza variabile. Sulle guide inclinate scorre un carrello a quattro ruote in ottone, dotato di un perno per l'inserimento di masse aggiuntive. Agganciando al carrello l'estremità di una cordicella, che all'altra estremità sorregga un portapesi, e facendo passare la corda nella gola di una carrucola posta in corrispondenza delle estremità superiori delle guide, si ottiene l'equilibrio del carrello con l'applicazione di una forza minore del suo peso.

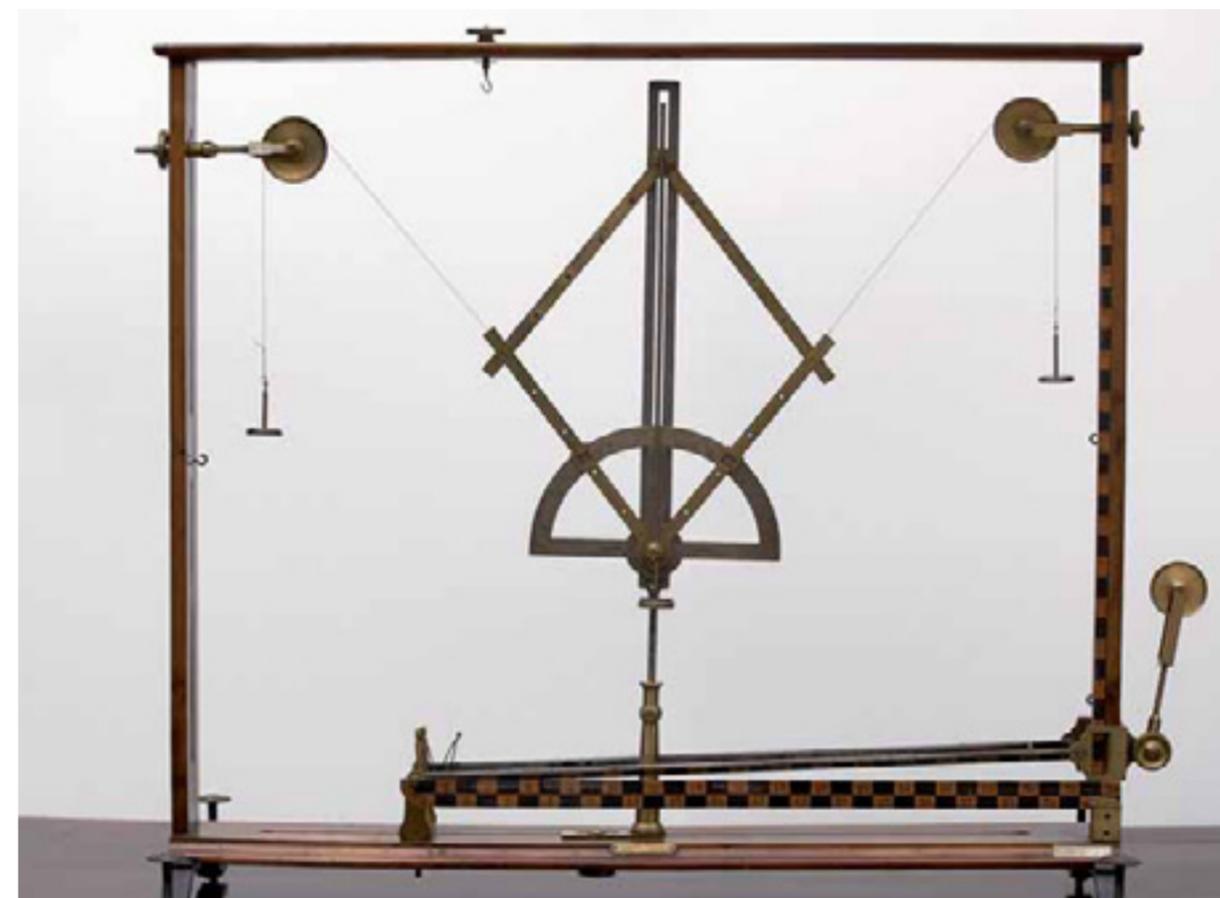
2. PARALLELOGRAMMA ARTICOLATO DELLE FORZE (11/M): una colonna in ottone sorregge un supporto verticale fessurato, in cui sono inseriti

- un semicerchio graduato (goniometro), che presenta nel suo centro uno snodo, in cui sono impennate due aste metalliche mobili ed una verticale fissa;
- un perno scorrevole, collegato con le estremità di due aste mobili.

Le aste inferiori presentano a distanza regolare dei piccoli fori contrassegnati con i numeri 1 - 2 - 3 - 4 - 5, cui corrispondono dei perni sulle aste superiori.

Il dispositivo serve a mostrare che le forze si compongono secondo la regola del parallelogramma, come si evidenzia quando si fa passare dalle gole di due carrucole, fissate da parti opposte sul telaio, una corda, alle cui estremità si sospendono dei pesi; in corrispondenza dello snodo inferiore del parallelogramma si sospende il peso equilibrante il sistema. Le aste inferiori

#### ■ 11/M



vengono orientate in modo che abbiano la stessa direzione della corda, quindi la stessa direzione delle forze agenti; l'angolo formato da tali direzioni si legge direttamente sul goniometro. Lungo le aste inferiori, in corrispondenza dei fori opportuni, si fissano le aste superiori, in modo che la lunghezza delle aste sia proporzionale ai pesi applicati. Sull'asta verticale viene in questo modo determinata la risultante, il cui valore si può leggere direttamente.

3. LEVA DI PRIMO GENERE A BRACCI DISUGUALI (12/M): la leva è sostenuta nel suo fulcro da una staffa in otto-

ne con gancio; il braccio più corto è rivestito in ottone e termina con un perno per l'applicazione dei pesi. Nel braccio più lungo, in legno lucidato, sono inseriti alcuni gancetti in ferro. La leva rappresenta il principio di funzionamento della stadera

4. LEVA TRIPLA (13/M): tre aste in ferro sono collegate tra loro per mezzo di giunti parzialmente snodabili in ottone e possono essere montate sul telaio mediante tre colonnine in ottone (14/M), che costituiscono il fulcro per ciascuna leva. A distanza regolare, su ciascuna delle tre aste, vi sono dei perni, ai quali si agganciano i portapesi.

### ■ 13/M



5. CARRUCOLA A QUATTRO GOLE NUMERATE (15/M): un insieme di quattro carrucole coassiali di diametro decrescente in legno lucido è fissato nel suo asse ad una staffa in ottone con gancio amovibile. Si tratta di una puleggia multipla, che consente di equilibrare una data forza con una di intensità minore.

6. PIEDISTALLO A TRE RIPIANI (16/M): un elegante piedistallo con base circolare in legno di noce tornito e lucidato completa il telaio con gli accessori necessari alle esperienze di meccanica; esso sorregge tre ripiani circolari che, nella parte inferiore, sono provvisti di ganci a distanza regolare per appendere gli accessori. Il ripiano superiore, leggermente più piccolo, presenta inoltre delle asticelle metalliche nelle quali vengono infilati dischi metallici di peso diverso forati al centro. Gli accessori, tutti in ottone, sono:

- tre carrucole con staffa e gancio (d. 80);
- due carrucole con perni (d. 80);
- quattro secchielli porta-liquidi;
- due piattini con manico;
- tre ganci in ottone e ferro;
- cinque portapesi;
- pesi diversi sui quali è inciso il corrispondente valore:

6 × 50 g; 6 × 25 g; 5 × 10 g; 5 × 5 g.

7. REGOLI: (17/M): Cinque regoli in legno per la composizione dei moti.

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n.561; *Inventario 1914*, n. 4.

### 18/M

#### LEVA A BRACCI UGUALI SU PIEDISTALLO

*Legno, ferro*

*base: 360 × 160, h. 310; l. asta: 1000*

*3/4 XIX secolo*

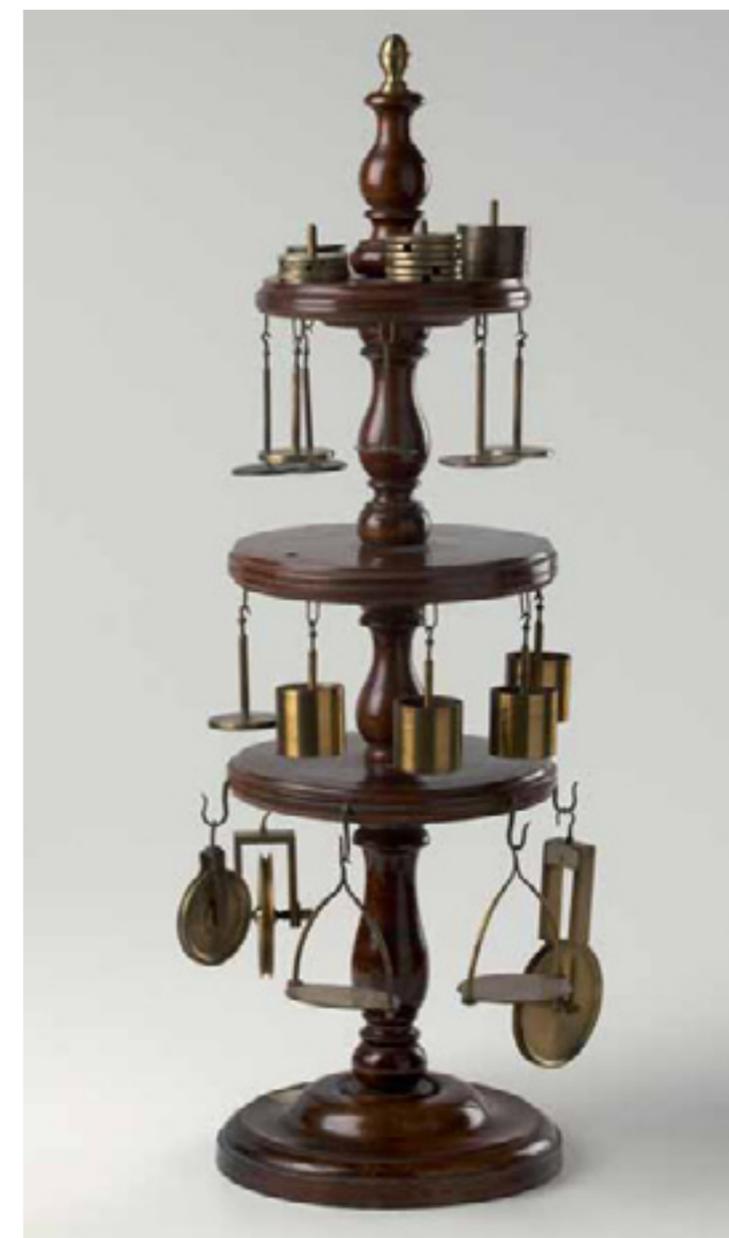
Una base rettangolare in legno tornito sostiene un piedistallo con una staffa nella quale si inserisce una leva in legno a bracci uguali, il cui fulcro resta così fissato; la leva è di primo genere. A distanza regolare essa presenta dei gancetti in ferro ai quali possono essere sospesi pesi diversi per effettuare esperienze sull'equilibrio della leva.

Nell'inventario del 1888 sono citati come accessori dei pesi in piombo ormai scomparsi.

La leva è stata acquistata da Allemano di Torino nel 1865<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 414.

### ■ 16/M



### 19/M

#### MODELLO DI SCHELETRO DEL BRACCIO UMANO

*Legno, metallo*

*base: d. 230; h. 630*

*1/4 XIX*

Una colonna in noce tornito con base circolare zavorrata regge, mediante un sostegno metallico, il modello a grandezza naturale dello scheletro di un

braccio umano, con l'articolazione della spalla e la mano. Diverse carrucole – una al di sopra della spalla, tre in corrispondenza del gomito (due posteriormente ed una anteriormente) e una in corrispondenza del polso – nelle quali scorre una cordicella, mostrano il movimento del braccio simulando l'azione dei muscoli e mostrando anche il funzionamento della leva di terzo genere<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> LPSAS, LXIII, *Inventario 1817*, n. 44.

#### 20/M MODELLO DIMOSTRATIVO DELL'AZIONE DEL CUNEO

*Legno di bosso, metallo*  
360 × 215, h. 370  
4/4 XVIII secolo

Quattro colonnine finemente tornite, montare sopra una base rettangolare in legno di bosso, sorreggono un telaio pure in bosso, i cui lati maggiori presentano una scanalatura; due cilindri appoggiano su un telaio metallico montato su quattro ruote in legno che possono scorrere nelle scanalature. Ad ogni cilindro sono fissate da parti opposte due cordicelle che, passando nelle gole di due carrucole, sorreggono ciascuna un cilindro metallico (i pesi da equilibrare). Il cuneo è formato da due assicelle incernierate da un lato, che sorreggono il peso equilibrante e che presentano nella parte alta una fessura nella quale può essere inserito un arco graduato, così da variare l'angolo di apertura del cuneo. Sospendendo un peso al cuneo e inserendo il cuneo tra i cilindri, essi si allontanano fino a raggiungere l'equilibrio in corrispondenza di un determinato angolo di apertura.

L'azione del cuneo si concretizza infatti nello scomporre il peso ad esso attaccato in due componenti perpendicolari ai suoi lati; tali componenti risultano tanto maggiori quanto più piccolo è l'angolo di apertura del cuneo, cosicché un dato peso può equilibrarne due maggiori purché l'angolo del cuneo sia sufficientemente piccolo.

L'apparecchio è citato già nell'inventario del 1793<sup>10</sup> al numero 17 della sezione *Macchine spettanti alla meccanica* redatto dal macchinista Giovanni Albricci che così lo descrive:

*La macchinetta del conio consiste in due rotoli di bosso portati da quattro girelle dello stesso, ed un'altra carucola portata in alto da un'asta*

#### 19/M



*d'ottone; tra i due rotoli entravi il conio mobile sopra una porzione di cerchio, e sotto porta un cattino da bilancia per mettervi dei pesi; dalle quattro girelle grandi pendono due pesi di piombo d'oncie 12 l'uno. Sull'arco graduato è inciso il giglio di Francia*

<sup>10</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

#### 21/M CUNEO

*Legno*  
290 × 780 × 55  
3/4 XIX secolo

Cuneo in legno.

#### 20/M



**22/M****MODELLO DELLA VITE**

*Legno, pergamena*  
*base 80; h. 200*  
*3/4 XIX secolo*

Questo modello rappresenta il principio su cui si basa la costruzione della vite e cioè il suo rapporto con il piano inclinato.

Sul cilindro in legno di bosso lucidato ed elegantemente tornito è fissato un foglio di pergamena a forma di triangolo rettangolo, il cui cateto minore coincide con l'altezza del cilindro stesso. Avvolgendo il triangolo intorno al cilindro, l'ipotenusa – evidenziata da una riga nera – descrive il filetto della vite.

**26/M**

Il modello è stato acquistato dal Tecnomasio di Milano nel 1868<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 17, n. 26.

**23/M****VITI DI LEGNO CON DIVERSO FILETTO**

*Legno*  
*l. 270*  
*3/4 XIX secolo*

Tre viti in legno con impugnatura elegantemente tornita e filetto diverso per uso dimostrativo.

Con tutta probabilità, le viti erano corredate ciascuna dalla propria madrevite a dimostrazione del fatto che il movimento traslatorio del cilindro filettato avviene soltanto mediante la rotazione intorno al proprio asse.

**24/M****VITE CON MADREVITE**

*Legno di noce*  
*vite: l. 270; madrevite: 135 × 55*  
*3/4 XIX secolo*

Vite in legno con impugnatura tornita e madrevite costituita da una tavoletta in legno.

**25/M****CARRUCOLA**

*Legno di mirto, ottone*  
*d. 90*  
*3/4 XIX secolo*

Una staffa d'ottone munita di gancio regge una carrucola in legno di mirto.

**26/M****RUOTE DENTATE CON QUADRANTE CONTAGIRI**

*Legno, ottone*  
*base d. 140; h. 520*  
*2/4 XIX secolo.*

Serie di otto ruote dentate con diverso raggio, montate tra due piastre d'ottone fissate in basso ad un perno, il quale è posto su un piedistallo in legno

**28/M**

nero tornito. L'apparato illustra il funzionamento di un ingranaggio, in grado di trasmettere il movimento, ma soprattutto di amplificarlo. Le ruote sono collegate tra loro tramite pignoni e mosse da una manovella posta sulla piastra posteriore; sulla piastra anteriore sono incisi tre cerchi graduati con i numeri arabi 1-12, sui quali può ruotare un ago mobile collegato alle ruote dentate, con funzione di contagiri. Il movimento delle ruote si ripercuote sugli indici girevoli, mostrando che ad ogni giro della manovella corrispondono 1/4 di giro sul quadrante inferiore, tre giri su quello centrale e trentasei giri sul quadrante superiore collegato con la ruota più piccola.

**27/M****TUBO DI NEWTON**

*Vetro, ottone*  
*l. 1230; d. 50*  
*3/4 XIX secolo*

Tubo in vetro, chiuso alle estremità da tappi in ottone; nella parte inferiore vi è un condotto in ottone con rubinetto di comunicazione con la macchina pneumatica.

Introducendo nel tubo corpiccioli diversi (piuma, pallina di sughero, pallina di metallo) e capovolgendo il tubo stesso, si osserva che questi cadono con velocità differenti. Dopo aver estratto l'aria dal tubo mediante la macchina pneumatica, se ne chiude il rubinetto, lo si stacca dalla macchina e lo si capovolge nuovamente; i corpi, non frenati dall'attrito con l'aria, cadranno con la medesima velocità, a dimostrazione che l'accelerazione di gravità è uguale per tutti i corpi.

Lo strumento risulta fornito da Tecnomasio – Milano nel 1872/73<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 10, n. 23.

**28/M****PENDOLI**

*Legno di noce, avorio, piombo, metallo*  
*base: 450 × 330; h. 1260*  
*3/4 XIX secolo*

Una colonna in noce tornito, fissata ad una base rettangolare, porta due bracci, ai quali è possibile fissare delle cordicelle da cui pendono sferette di

materiale diverso (avorio, piombo, legno) per formare il pendolo semplice, oppure un'asta rigida con contrappeso, sulla quale possono scorrere delle masse, per formare il pendolo composto.

Con tale apparato è possibile svolgere diverse esperienze, fra le quali la dimostrazione che il periodo di oscillazione non dipende dalla massa delle sferette, ma solo dalla lunghezza delle cordicelle a cui le masse sono appese.

L'apparato è stato acquistato da Allemano di Torino nel 1865<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 421.

29/M

### PENDOLO DI FOUCAULT

*Piombo*  
*d. 110*  
*4/4 XIX secolo*

Sfera di piombo di 7 kg con un perno di sospensione e, dalla parte opposta, con un supporto per un indice; la sfera veniva sospesa mediante un cavo

■ 30/M



d'acciaio al soffitto, per dimostrare l'invarianza del piano di oscillazione rispetto alla rotazione terrestre. Fino agli anni settanta del secolo scorso, essa era montata nell'aula di fisica del Liceo P. Sarpi e la dimostrazione del principio era resa visibile dalla traccia lasciata dall'indice su un piano ricoperto di sabbia. L'esperienza fu eseguita per la prima volta nel 1851 dal fisico francese Léon Floucault (1819 - 1868)<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 51.

30/M

### PENDOLI A PERCUSSIONE

*Ferro, ottone, avorio, legno*  
*100 × 300; h. 1040*  
*4/4 XIX secolo*

Un treppiede in ferro con viti di regolazione sostiene una colonna terminante con una palla d'ottone; la colonna porta un telaio orizzontale, a cui sono fissati dei cavetti che sorreggono sette palline d'avorio uguali (di cui una mancante). La lunghezza dei cavetti viene regolata in modo tale da allineare i centri delle palline - che sono a contatto tra di loro - lungo un asse orizzontale; facendo compiere alla prima pallina un arco di cerchio, essa ricade colpendo la seconda e l'impulso si trasmette alle successive, fino ad arrivare all'ultima che, a sua volta, oscilla in alto.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1886<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 492.

31/M

### SFERE D'AVORIO

*Avorio*  
*d. 33; 37; 37; 50*  
*4/4 XIX secolo*

Quattro sfere di massa diversa per esperienze sul moto e sugli urti.

32/M

### MACCHINA DI ATWOOD

*Legno, metallo, ghisa, ottone, vetro*  
*base: 590 × 590; h. 2100*  
*Dell'Acqua - Milano*  
*3/4 XIX secolo*

Il dispositivo serve per verificare le leggi di caduta dei gravi sia con moto uniformemente accelerato che con moto uniforme, misurando in maniera relativamente semplice i tempi di caduta da una determinata altezza.

Un sostegno in ghisa montato su un treppiede munito di viti regolabili termina con una piattaforma forata, sulla quale è montata una puleggia mobilissima, il cui asse orizzontale, per ridurre gli attriti, poggia sull'intersezione di quattro ruote; il meccanismo è protetto da una campana di vetro. Lungo l'asta verticale sono montati un regolo lineare graduato in legno - sul quale possono essere applicati un piattello e due cerchi in ottone - e un pendolo contasecondi.

Nella puleggia scorre un filo sottile, alle cui estremità si trovano due piattelli portapesi che, se sono uguali, stanno in equilibrio; si posiziona uno dei piattelli in corrispondenza dello zero sulla scala segnata sul regolo verticale, si aggiunge un pesetto ulteriore facendo scattare il meccanismo di sblocco e contemporaneamente il contasecondi. Il sistema si muove verso il basso cadendo sul piattello, con un'accelerazione minore di quella che il solo pesetto aggiuntivo avrebbe in caduta libera e quindi più facilmente misurabile. La difficoltà nell'uso di questo apparecchio - ideato dal matematico inglese George Atwood (1746 - 1807) - consiste nel posizionare il piattello lungo il regolo in modo che il rumore prodotto dall'urto del peso sul piattello coincida esattamente con il battito del secondo del pendolo, così da poter misurare lo spazio percorso in un intervallo di tempo di un secondo. Si possono effettuare anche misure di spazi e tempi con velocità costante: infatti, se si usa un peso aggiuntivo a forma di sbarretta, questo viene fermato nella caduta dall'anello in ottone posto sul regolo.

All'apparecchio sono annessi pesi diversi sui quali è inciso il corrispondente valore ( $1 M = 8 g$ ):  $14 \times 5 M$ ;  $4 \times 2 M$ ;  $4 \times 1 M$ ;  $4 \times 1/2 M$ ;  $3 \times 1/5 M$ ; a questi si aggiungono delle sbarrette metalliche di uguale forma, ma di peso diverso:  $2 \times 5 M$ ;  $2 \times 2 M$ ;

■ 32/M



2 × 1 M; 2 × 1/2 M; 1 × 1/5 M.

Il dispositivo è firmato ed è stato acquistato nel 1860/61<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 10, n. 22.

### 33/M

#### APPARATO PER DIMOSTRARE GLI EFFETTI DELLA FORZA CENTRIFUGA

*Metallo, legno*

*base: 600 × 290; h. 194*

*1/4 XX secolo*

L'apparato per la dimostrazione degli effetti dell'accelerazione centrifuga consta di una base in ghisa dotata di tre piedi, sulla quale sono imperniate due ruote di diametro diverso; la ruota più grande è dotata di manovella ed è provvista di una gola, in cui scorre una cinghia di trasmissione in cuoio che la collega alla ruota più piccola, alla quale è fissato il supporto per gli accessori<sup>17</sup>.

- Tre palline in legno di bosso, due con massa uguale e una con massa doppia, possono scorrere su un'asta orizzontale, in rotazione intorno ad un'asse verticale. Se si collegano due palline con un filo, nella rotazione esse non si muoveranno rispetto all'asta se, avendo la stessa massa, saranno ad eguale distanza dal centro di rotazione oppure se, avendo masse diverse, saranno a distanze inversamente proporzionali alle rispettive masse; negli altri casi, la sferetta di massa maggiore o quella più distante dal centro di rotazione trascinerà l'altra, dimostrando la proporzionalità della forza centrifuga al raggio e alla massa.
- Un piatto circolare metallico su cui è fissato un arco metallico verticale che regge un pendolo formato da un filo e da una piccola massa metallica; facendo oscillare il pendolo si dimostra l'invarianza del piano di oscillazione del pendolo rispetto alla rotazione del suo sostegno; l'accessorio costituisce il modello del pendolo di Foucault.
- Due sottili fasce metalliche elastiche, simili ai meridiani di una sfera, le cui estremità possono scorrere lungo il perno che le sostiene; l'accelerazione centrifuga produce nelle fasce metalliche una dilatazione lungo l'equatore ed un conseguente schiacciamento ai poli. La deformazione è tanto maggiore quanto più elevata è la velocità di rotazione.

- Modello del regolatore di Watt. All'estremità superiore del perno sono incernierate due asticciolate metalliche terminanti ciascuna con una pallina; le asticciolate possono alzarsi ed abbassarsi perché sorrette ciascuna da un braccio mobile scorrevole lungo il perno. La forza centrifuga allontana le palline dall'asse di rotazione e di conseguenza i bracci mobili si innalzano lungo il perno, in misura proporzionale alla velocità di rotazione. Dispositivi simili erano utilizzati per regolare automaticamente la velocità di rotazione delle macchine a vapore.

Data di acquisto: 1911/12<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> La base dell'apparecchio è mostrata nella sezione di acustica, insieme all'apparecchio 29/A.

<sup>18</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 43.

### 34/M

#### DINAMOMETRO CON QUADRANTE CIRCOLARE

*Ottone, ferro*

*d. 150*

*1/2 XIX secolo*

L'indice del dinamometro è collegato ad una molla ad U in ferro, alla quale sono fissati in alto un anello per il sostegno del dinamometro, in basso un gancio per la sospensione del peso da misurare. L'indice scorre su un quadrante circolare in ottone sul quale è incisa una scala graduata (valore di fondo scala pari a 90 kg).

La molla è stata aggiustata in tempi recenti.

Il dinamometro risulta acquistato da Dell'Acqua di Milano nel 1857<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 3 n. 10.

### 35/M

#### DINAMOMETRO CON MOLLA A V

*Metallo*

*120 × 100*

*1/4 XX secolo*

Dinamometro con molla a forma di V, al quale sono fissati da parti opposte due ganci; un'estremità della molla può scorrere su una scala contrassegnata dai valori: 0 – 5 – 10 kg.

Data di acquisto 1913<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 3.

### 36/M



### 36/M

#### DISCHI DI MATERIALE DIVERSO

*Marmo, vetro, ottone, legno*

*d. 55*

*3/4 XIX secolo*

Due coppie di dischi di materiale diverso per mostrare l'esistenza di forze di adesione che si esercitano tra le molecole delle superfici dei due dischi, quando questi aderiscono l'uno all'altro. Una coppia di dischi in marmo rosso è montata in legno di bosso con pomoli per la presa; l'altra, in vetro smerigliato, è inserita in una cornice in ottone munita di manico.

Gli oggetti risultano acquistati dal Tecnomasio – Milano nel 1871<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 447.

### 37/M

#### MODELLI GEOMETRICI SCOMPONIBILI

*Legno lucido*

*dimensioni varie*

*2/4 XIX secolo*

Collezione di modelli geometrici in legno - quattordici scomponibili, due fissi ed uno incompleto – per usi didattici differenti; alcuni, inerenti alla chimica, rappresentano la struttura di alcuni cristalli; altri, inerenti alla geometria, mostrano le caratteristiche del cono, della sfera, del cilindro e delle loro sezioni.

I modelli sono stati acquistati nel 1848



FLUIDI

01/F

**APPARATO DEI VASI COMUNICANTI**

Vetro, ottone  
300 × 160; h. 420  
3/4 XIX secolo

L'apparato è costituito da un grosso vaso in vetro montato sopra una base circolare in ottone alla quale è fissato un braccio laterale in ottone, che regge tre tubi in vetro di forme diverse (uno rotto), in comunicazione con il vaso. Lo strumento serve ad illustrare il principio dei vasi comunicanti, secondo il quale un liquido è in equilibrio se le superfici libere nei diversi recipienti sono alla stessa altezza, indipendentemente dalla forma del recipiente e quindi dalla quantità di liquido contenuto. Risulta fornito da Giuseppe Allemano di Torino nel 1865<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LPSAS, LXIII,17 giugno 1865; *Inventario 1871*, n. 412.

■ 01/F



02/F

**LIVELLA A BOLLA D'ARIA**

Ottone, vetro  
d. 20; l. 320  
1/4 XX secolo

Un'ampolla in vetro contenente acqua racchiude una bolla d'aria ed è montata in un'intelaiatura di ottone. Quando lo strumento è orizzontale, la bolla occupa la posizione delimitata da due tratti disegnati sull'ampolla.  
Data di acquisto 1914.

03/F

**LIVELLA A BOLLA D'ARIA**

Ottone, vetro  
d. 8; l. 70  
3/4 XIX secolo

04/F

**LIVELLA CIRCOLARE**

Ottone, vetro  
d. 45  
1/4 XX secolo

Data di acquisto 1914.

05/F

**APPARECCHIO DI HALDAT**

Vetro, ottone, legno  
540 × 300; h. 860  
3/4 XIX secolo

A una base rettangolare in legno lucidato sono fissati due sostegni verticali: uno più alto, che sorregge un manicotto in ottone nel quale possono essere avvitati tre recipienti di vetro di diversa forma, l'altro più corto, in cui è inserita una delle estremità di un tubo a forma di U riempito di mercurio. L'altra estremità del tubo comunica con il fondo dei recipienti, così da rilevare la pressione esercitata sulla base dei recipienti. Una punta montata sul sostegno più alto indica il livello che devono raggiungere i liquidi. L'apparecchio serve a dimostrare che la pressione esercitata sul fondo dei recipienti dipende soltanto dal livello del liquido contenuto e non dalla sua quantità.

L'apparecchio, simile al modello ideato dal fisico

■ 05/F



francese Charles Nicolas De Haldat (1770 – 1852), è stato acquistato da Dell'Acqua di Milano nel 1854/55<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 27, n. 9; *Inventario 1871*, n. 64.

#### 06/F PIEZOMETRO DI CERSTED

*Vetro, ottone, legno*  
base: d. 100; h. 380  
C. Dell'Acqua – Milano  
3/4 XIX secolo

L'apparecchio, ideato dal fisico danese Hans Christian Oersted (1777 – 1851), serve per misurare la lieve compressibilità dei liquidi<sup>3</sup>. Un robusto cilindro di vetro è fissato su una base in legno tornito ed è chiuso nella parte superiore da un

■ 06/F



tappo in ottone; una vite posta alla sommità del tappo muove uno stantuffo che permette di variare la pressione interna. Lateralmente al tappo vi è un ugello ad imbuto, chiuso da una chiave, per l'immissione dell'acqua. Il cilindro racchiude una piastrina d'ottone rettangolare, sulla quale è incisa una doppia scala e alla quale è fissato un tubo capillare, chiuso all'estremità superiore e aperto all'estremità inferiore (manometro ad aria compressa) e un altro tubicino ricurvo, aperto in basso e terminante da un lato con un'ampolla. Questa ampolla contiene il liquido di cui si vuole misurare la compressibilità. Sul fondo del cilindro deve essere posto un bagno di mercurio nel quale pescano i due tubi capillari; il cilindro deve essere riempito di acqua. Variando la pressione dell'acqua, per mezzo della vite posta alla sommità del cilindro, il mercurio sale nei capillari e comprime sia l'aria contenuta nel manometro, sia il liquido in esame contenuto nell'ampolla. Il confronto con la scala graduata permette di risalire, dalle variazioni di volume, alle variazioni di pressione del liquido.

La firma del costruttore è incisa sulla piastrina d'ottone.

Data di acquisto 1821/23<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> A. GANOT, *Trattato elementare di Fisica e di Meteorologia*, diciassettesima edizione, Milano, F. Pagnoni, p. 52.

<sup>4</sup> LPSAS, LXIII, 2 febbraio 1821.

#### 07/F VASO CILINDRICO A FONDO MOBILE

*Vetro, ottone*  
d. 50; h. 165  
1/4 XX secolo

Un cilindro in vetro con fondo mobile può essere appoggiato ai bordi di un vaso di diametro maggiore, mediante tre asticcioline in ottone.

Forse all'origine il fondo doveva essere costituito da un disco in ottone, oggi perduto. L'apparecchio serve per dimostrare l'esistenza della pressione verso l'alto nei liquidi.

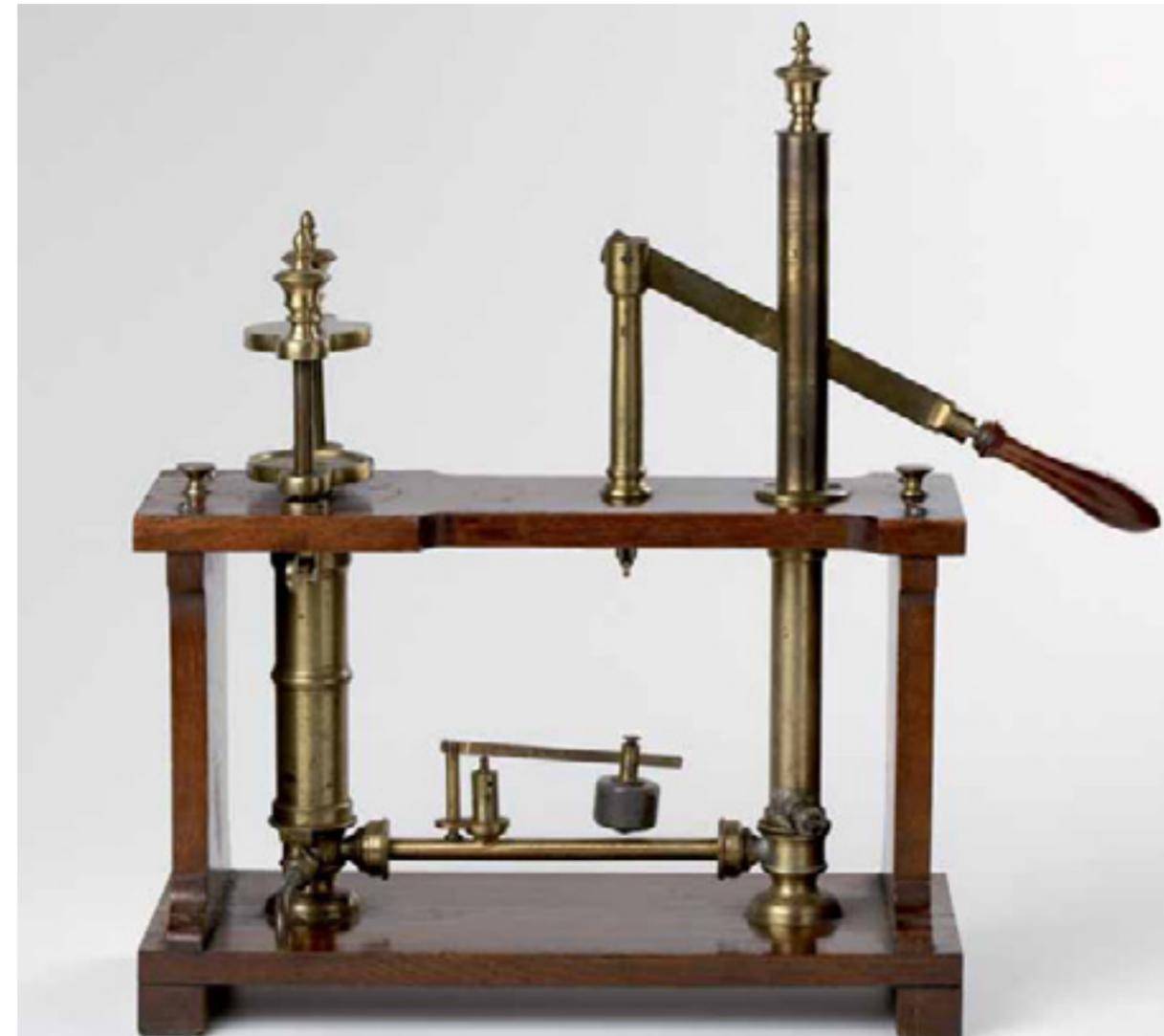
Dai documenti risulta che tale apparecchio è stato donato dal prof. A. Benetti, docente presso il Regio Liceo dal 1888 al 1923.

#### 08/F TORCHIO IDRAULICO

*Ottone, metallo, legno*  
530 × 220; h. 660  
2/4 XIX secolo

L'apparecchio è il modello di una pressa. Esso consta di due cilindri in ottone a sezioni diverse, montati su un telaio di legno lucidato; il cilindro a sezione maggiore, dotato di rubinetto per il deflusso del fluido contenuto, presenta alla sommità una piattaforma collegata ad uno stantuffo, sulla quale si pone l'oggetto da comprimere. Nel cilindro a sezione minore scorre un pistone che è collegato ad una leva sulla quale si esercita la forza muscolare. I cilindri, riempiti di acqua, sono uniti da un sottile cannello munito di valvola a leva, in modo da costituire un insieme di vasi comunicanti. La pressa, applicazione del torchio idraulico, si fonda sul principio dell'uguaglianza delle pressioni formulato da Blaise Pascal (1623 – 1662) e fu per la prima volta

■ 08/F



costruita nel 1796 dall'industriale britannico Joseph Bramah (1748 – 1814). Nella pressa, quindi, le forze applicate dagli stantuffi sono direttamente proporzionali alle sezioni degli stantuffi stessi, così una forza di bassa intensità applicata sul cilindro di sezione minore, si traduce in una forza di grande intensità, applicata sullo stantuffo di sezione maggiore<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 28 n. 1.

#### 09/F FONTANA INTERMITTENTE

*Peltro, ottone*  
d. 230; h. 400  
4/4 XVIII secolo

Questo oggetto appartiene al genere delle "curiosità scientifiche" perché il meccanismo di funzionamento è tutto celato all'interno; esso è citato nel-

l'inventario redatto dall'Albricci nel 1804<sup>6</sup>: *Un vaso in peltro con una figurina alla sommità con tre bocchetti d'ottone, e questo si avvita ad una sottocoppa doppia con tre piedi, che tutto forma la fontana intermittente.*

Nel vaso superiore, chiuso da un tappo decorato da una figurina femminile, si introduce dell'acqua che fuoriesce dai cannelli, grazie alla presenza di un tubicino che, dalla base della fontana, immette aria nel vaso superiore. L'acqua zampilla fintanto che l'aria può entrare nella coppa; quando l'acqua che si raccoglie nel piatto sottostante ostruisce il foro d'entrata dell'aria, l'acqua non zampilla più. L'acqua raccolta nel piatto può tuttavia defluire attraverso un forellino, consentendo così nuovamente l'ingresso dell'aria nella coppa; l'acqua ricomincia a zampillare.

La fontana è stata restaurata nei primi mesi del 2008 presso i laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, grazie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di vari enti e privati.

<sup>6</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

#### 10/F PIATTO DI UNA FONTANA DI ERONE

*Peltro*  
*d. 280*  
*4/4 XVIII secolo*

Un semplice piatto a bordi rialzati, con fori centrali, è quel che resta di una fontana di Erone.

#### 11/F DIAVOLETTA DI CARTESIO

*Vetro*  
*d. 50; h. 380*  
*3/4 XIX secolo*

Questo semplice gioco didattico, denominato anche ludione, esemplifica il galleggiamento dei corpi, sfruttando il principio della trasmissione della pressione. Esso è costituito da un cilindro in vetro pieno d'acqua e chiuso da una membrana di gomma; all'interno galleggia un'ampolla di vetro contenente aria e acqua, forata nella parte inferiore, alla quale è agganciata una figurina in vetro soffiato e colorato, che rappresenta un soldatino.

#### 09/F



Premendo con la mano sulla membrana, si aumenta la pressione all'interno del cilindro e l'acqua è spinta nell'ampolla, che perciò affonda, avendo un peso maggiore della spinta idrostatica. Diminuendo la pressione, l'aria compressa nell'ampolla spinge di nuovo fuori l'acqua e l'ampolla perciò risale, a causa della spinta idrostatica che ora è maggiore del peso dell'ampolla. L'apparecchio risulta fornito da Dell'Acqua - Milano, nel 1863<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 27, n. 10; *Inventario 1871*, n. 71.

#### 12/F ARGANELLO IDRAULICO

*Vetro, ottone, legno di noce*  
*470 × 370; h. 600*  
*3/4 XIX secolo*

Una base quadrata in noce lucidato regge due colonne tornite, sulle quali poggia un architrave in legno. Al centro dell'architrave è fissata, mediante

una vite in ottone, un'ampolla in vetro che, nella parte inferiore, si inserisce in un mulinello costituito da quattro tubetti in ottone, aventi l'estremità ricurva e posti a raggiera. Sulla base è fissato un recipiente cilindrico in ottone, nel quale può ruotare il mulinello.

L'apparecchio dimostra l'effetto propulsivo dell'acqua che, uscendo in pressione dagli ugelli, determina il movimento rotatorio del mulinello.

Acquistato da Dell'Acqua di Milano nel 1863<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 30 n. 19.

#### 13/F APPARECCHIO PER VERIFICARE LA LEGGE DI TORRICELLI

*Peltro*  
*170 × 170; h. 700*  
*1/4 XIX secolo*

Recipiente in peltro a sezione quadrata, con leggere incisioni decorative sulle pareti; su una delle pareti sono praticati quattro fori ad altezza diversa con cannelli per l'uscita dell'acqua. L'apparecchio

#### 12/F



serve a verificare la legge di Torricelli<sup>9</sup>, secondo la quale la velocità di efflusso del liquido è direttamente proporzionale alla radice quadrata della differenza di pressione fra la superficie libera e il foro di efflusso<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> ORESTE MURANI, *Trattato elementare di Fisica*, VI edizione, U. Hoepli, Milano, 1919, p. 389.

<sup>10</sup> LPSAS, LXIII, *Inventario 1817*, n. 77.

#### 14/F VASO DI MARIOTTE

*Vetro*  
*d. 75; h. 160; tubo: h. 470*  
*3/4 XIX secolo*

Il recipiente in vetro ha la forma di una tozza bottiglia munita di tappo, nel quale è inserito un tubetto; sulla parete laterale della bottiglia sono praticati tre fori sovrapposti, chiusi da un tappo. Dopo avere riempito d'acqua il recipiente e il tubo<sup>11</sup>, disposto questo in modo che la sua estremità inferiore sia ad un livello intermedio fra due dei fori laterali, si toglie il tappo a quello dei due che è più in alto. Si constata che la velocità di efflusso resta costante fintanto che il livello dell'acqua nel tubetto non scenda al di sotto del livello del foro laterale di uscita.

L'apparecchio è stato acquistato da Dell'Acqua di Milano nel 1863<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> A. GANOT, op. cit., p. 148.

<sup>12</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 75; *Catalogo metodico*, n. 20, p. 31.

#### 15/F SIFONE INTERMITTENTE

*Vetro*  
*d. 175; h. 280*  
*3/4 XIX secolo*

Un recipiente di vetro a forma di imbuto è chiuso nella parte inferiore da un tappo, nel quale è inserito un tubo ad anello che funge da sifone; esso è denominato anche Vaso di Tantalo. Si immette nell'imbuto dell'acqua attraverso un cannello di diametro inferiore rispetto al sifone; quando il livello nell'imbuto oltrepassa il gomito superiore del sifone, la differenza di pressione fra le due imboccature del sifone determina la fuoriuscita dell'acqua dalla parte inferiore, che persiste fintanto che il livello nell'imbuto non scende al di sotto dell'im-

boccatura del sifone. Si ottiene un flusso intermittente e l'impossibilità di riempire il vaso, dato che il flusso di uscita, a causa della diversa portata dei tubi, è superiore al flusso di entrata<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 13 p. 44.

#### 16/F SIFONE AD EFFLUSSO COSTANTE

*Legno, vetro, metallo*  
*200 × 200; h. 220/740*  
*3/4 XIX secolo*

Su di una cassetta in legno di noce lucidato a forma di parallelepipedo a base quadrata, è montato un sostegno verticale, che termina con un breve braccio orizzontale. Su tale braccio sono montate due carrucole in legno, nelle cui gole scorre una cordicella; questa sostiene da una parte il sifone in vetro, e dall'altra è attaccata ad un pesetto. Il sifone da un lato termina con un ugello metallico, dall'altro con un galleggiante che, appoggiandosi all'acqua contenuta nel recipiente, si abbassa a mano a mano che il livello diminuisce. In tal modo si mantiene costante la differenza fra le altezze del liquido nei due rami del sifone e, di conseguenza, si mantiene costante la velocità di efflusso. Acquistato nel 1866<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 28 p. 46.

#### 17/F DISCHI CON MANICO

*Marmo, legno, vetro, ottone*  
*d. 60/130; h. 120/130*  
*3/4 XIX secolo*

Serie di quattro dischi di materiale diverso, due in vetro, uno in metallo ed uno in marmo bianco, sorretti da un sostegno munito di gancio. I dischi si sospendono al piatto di una bilancia in equilibrio, in modo che sfiorino l'acqua contenuta in una bacinella sottostante; abbassando il giogo dalla parte opposta, il disco si solleva, trascinando una piccola colonna d'acqua e dimostrando così l'esistenza della forza di adesione tra solido e liquido. Acquistati dal Tecnomasio nel 1871<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 15 p. 24.

#### 16/F



#### 18/F APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC

*Legno, vetro, ottone*  
*base: d. 170; h. 370*  
*4/4 XIX secolo*

L'apparato consente di dimostrare la legge dell'ascensione dei liquidi nei tubi capillari, misurando il livello raggiunto mediante un catetometro. L'altezza del liquido, infatti, è inversamente proporzionale al diametro del tubetto.

L'apparecchio è costituito da un alto bicchiere cilindrico dotato di una base in legno tornito, munita di piedi regolabili. Sulla sommità del bicchiere è appoggiata una sbarretta orizzontale che funge da sostegno per due tubetti capillari e che regge al centro una punta che può essere alzata o abbassa-

ta mediante una vite, in corrispondenza del livello del liquido nel capillare; la punta funge in tal modo da indice per il catetometro.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1881/82<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 472.

#### 19/F TUBO CAPILLARE A SIFONE

*Vetro, legno*  
*h. 250*  
*1/4 XX secolo*

Semplice strumento per dimostrare il livello raggiunto dai liquidi nei capillari.

Risulta essere stato donato al Liceo dal prof. Benetti.

#### 20/F TUBI CAPILLARI A SIFONE

*Vetro, legno, carta*  
*d. 140; l. 300*  
*3/4 XIX secolo*

Apparecchio per la dimostrazione dei livelli raggiunti nei tubi capillari nel caso di liquidi che bagnano le pareti dei recipienti, come ad esempio l'acqua, o che non le bagnano, come il mercurio. Acquistato da Allemanno di Torino nel 1866<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 431.

#### 21/F APPARECCHIO DI PLATEAU

*Vetro, metallo, legno*  
*300 × 170 × 230*  
*1/4 XX secolo*

Su una tavoletta rettangolare in legno sono montati una scatola cubica di metallo con le pareti in vetro e un sostegno per una ruota girevole per mezzo di una manovella. Nella gola della ruota scorre una cinghia, che trasmette il movimento ad una ruota più piccola, montata al di sopra della scatola e collegata ad un perno che pesca all'interno.

Se si riempie la vaschetta di una miscela di acqua e alcool e si immette, in corrispondenza del perno, una goccia d'olio, ruotando la manovella, anche la

goccia si mette in rotazione, evidenziando la forma particolare ad anello che essa assume per effetto dell'accelerazione centrifuga<sup>18</sup>.

L'apparecchio fu inventato dal fisico belga Joseph Plateau (1801 - 1883) che si occupò in particolare delle forze molecolari; le prime descrizioni dell'apparecchio e delle lamine liquide ottenute con i telai (simili a quelli contrassegnati con il numero 22/F) risalgono al 1850 circa.

Data di acquisto 1913<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> O. MURANI, op. cit., p. 307.

<sup>19</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 112.

#### 22/F TELAI PER CREARE LAMINE LIQUIDE CON SOSTEGNO

*Ottone*  
*h. 300*  
*1/4 XX secolo*

Un elegante sostegno in metallo, montato su una base cesellata, regge otto telai costruiti con un sottile filo metallico e aventi differenti forme geometriche. Immergendo i telai in acqua saponata, si osserva la formazione di particolari lamine liquide, iridescenti, la cui forma dipende da quella dei telai,

#### 22/F



ma che comunque hanno sempre la minima superficie possibile.

Come l'apparato precedente, anche questo risulta essere stato donato al Liceo dal prof. A. Benetti.

23/F

**ENDOSMOMETRO DUTROCHET**

*Legno d'ulivo, metallo, vetro*  
*h. 400*

*3/4 XIX secolo*

L'apparecchio serve per la misura della pressione osmotica; esso consiste di un'ampolla in vetro priva di fondo, il cui collo è un lungo tubetto, fissato ad una piastra d'ottone sulla quale è incisa una scala. L'ampolla è montata, per mezzo di un manicotto in legno, ad un sostegno verticale su base circolare, al quale è annesso un piedistallo cilindrico che regge un recipiente (oggi mancante). Il fondo dell'ampolla deve essere chiuso da una membrana semipermeabile e l'ampolla riempita di una data soluzione salina. Se si immerge l'ampolla nell'acqua contenuta nel recipiente, la membrana consente il passaggio dell'acqua dal recipiente all'ampolla, ma non viceversa. Il livello del liquido sale perciò lungo il tubetto, arrestandosi quando le pressioni che agiscono sulla membrana diventano uguali.

Il modello di questo apparecchio fu ideato da René Dutrochet (1776 – 1847).

Dai documenti risulta che l'oggetto è stato fornito da dell'Acqua di Milano nel 1860/61<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 13 p. 24.

24/F

**SETACCIO DOPPIO**

*Ottone*  
*d. 140; h. 80*  
*3/4 XIX secolo*

Il doppio setaccio può essere utilizzato per mostrare il principio su cui è basata la dialisi<sup>21</sup>. Se lo si ricopre con una membrana colloidale e lo si riempie di una soluzione di sali e colloidali, si osserva, dopo avere adagiato il setaccio sull'acqua di una bacinella, che solo i sali attraversano la membrana. Data di acquisto 1871<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> A. GANOT, op. cit., p. 86.

<sup>22</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 448.

25/F

**AREOMETRO DI NICHOLSON**

*Latta verniciata, legno*  
*d. 90; h. 400*  
*XIX secolo*

L'areometro a volume costante e peso variabile, ideato dal fisico inglese William Nicholson (1753 – 1815), è costituito da un piccolo fuso cavo di metallo leggero, al di sopra del quale un'asta verticale regge un piattello, mentre al di sotto un pesetto funge da zavorra, in modo che, immerso in acqua, sia in equilibrio verticale. Esso è impiegato per determinare il peso specifico di un solido. Si pongono sul piattello dei pesi in modo da determinare il galleggiamento dell'areometro in corrispondenza del punto fisso di affioramento indicato sull'astina. Si aggiunge sul piattello il corpo del quale si vuole determinare il peso specifico e si tolgono tanti pesi quanti sono necessari per ristabilire il galleggiamento (il loro valore è il peso del corpo). Si pone il corpo nell'acqua appoggiandolo alla zavorra e si aggiunge sul piattello il peso necessario per ristabilire il galleggiamento nel punto fisso (il loro valore rappresenta la spinta idrostatica). Il rapporto fra il peso del corpo e la spinta idrostatica fornisce il valore del peso specifico del corpo relativo all'acqua.

L'areometro è appeso ad un telaio di metallo fissato ad una base in legno.

26/F

**PICNOMETRI**

*Vetro*  
*varie misure*  
*4/4 XIX secolo*

Tre picnometri per la determinazione del peso specifico dei solidi, costituiti da una piccola boccetta di vetro a collo largo, chiusa da un tappo di vetro smerigliato. Nel tappo è inserito un tubo capillare terminante con un'ampolla, sulla quale è inciso un tratto che indica il livello di affioramento.

27/F

**AREOMETRI**

*Vetro, mercurio, legno di bosso*  
*varie misure*  
*3/4 XIX secolo*

Tre areometri a volume costante in vetro, zavorrati con mercurio contenuto in una piccola ampolla. Essi sono alloggiati in un elegante sostegno in legno di bosso con colonnine tornite.

28/F

**AREOMETRI DIVERSI**

*Vetro*  
*varie misure*  
*XIX secolo*

Collezione di undici areometri di vetro infilati in un sostegno in legno tornito:

- uno per liquidi più pesanti dell'acqua, scala Meissner e Bellani, firmato Bellani 1800;
- uno per liquidi meno pesanti dell'acqua, scala Baumé e Meissner, firmato Bellani;
- uno con scala di gravità specifica, scala Baumé, firmato Bellani;
- due areometri zavorrati con mercurio;
- un alcolometro centesimale secondo Gay-Lussac a mercurio, firmato Carlo Erba, Milano;
- un alcolometro secondo Gay-Lussac, scala Cartier;
- un areometro scala Cartier;
- un areometro scala Baumé a mercurio;
- un areometro scala Baumé zavorrato con palline di piombo, firmato Duroni A.;
- un areometro a mercurio per liquidi più pesanti dell'acqua, firmato Bellani.

Questi areometri, a differenza di quello di Nicholson, sono a volume variabile e peso costante. Gli areometri di Baumé hanno una scala tarata empiricamente<sup>23</sup>, che serve per valutare la concentrazione degli acidi o dei sali in liquidi più pesanti dell'acqua, o per misurare il contenuto alcolico in liquidi più leggeri dell'acqua. Nei primi lo zero della scala corrisponde all'acqua pura e il 15 ad una soluzione al 15% in peso di sale marino; i secondi sono tarati in senso inverso: lo zero corrisponde alla soluzione salina al 10% e il 10 all'acqua distillata. L'alcolometro di Gay-Lussac è invece un areometro che indica in modo preciso la concentrazione in

volume dell'alcool contenuto in una soluzione acquosa alla temperatura di 15 °C.

<sup>23</sup> O. MURANI, op. cit., p. 296.

29/F

**AREOMETRI CON SOSTEGNO IN LEGNO ANNERITO**

*Vetro, metallo, legno*  
*d. 70; h. 330*  
*1/3 XIX secolo*

Due areometri a volume variabile, cilindrici, zavorrati con mercurio: uno per liquidi più pesanti dell'acqua (scala Baumé), l'altro per liquidi più leggeri dell'acqua (scala Meissner). Manca la provetta in vetro per eseguire la misurazione.

Anche questo apparato, come il seguente, è stato probabilmente costruito da Angelo Bellani di Monza, pur non essendo firmato<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 15 p. 30.

30/F

**AREOMETRI CON SOSTEGNO IN LEGNO ANNERITO**

*Vetro, metallo, legno*  
*d. 70; h. 330*  
*Bellani A. – Monza per la ditta Bertinelli – Verona*  
*1/3 XIX secolo*

Due areometri cilindrici, a volume variabile, zavorrati con mercurio: uno per liquidi più leggeri dell'acqua (scala Baumé), l'altro per liquidi più pesanti dell'acqua (scala Meissner). Completa l'apparato una grossa provetta per contenere il liquido di cui si vuole determinare la densità<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 14 p. 30.

31/F

**ALCOLOMETRO CON ASTUCCIO**

*Vetro, mercurio, cartone*  
*l. 170*  
*Carlo Erba – Milano*  
*4/4 XIX secolo*

Un'ampolla cilindrica termina da un lato con un

bulbo riempito di mercurio e dall'altro con un capillare nel quale è inserita la scala graduata empiricamente da 0 a 25. Sul retro della scala è riportata la firma del costruttore.

L'alcolometro è contenuto in un astuccio di cartone di forma cilindrica.

**32/F**  
**DENSIMETRO DI ROUSSEAU CON ASTUCCIO**

*Vetro, mercurio, cartone*

*l. 250*

*Duroni G.M. - Torino*

*3/4 XIX secolo*

Densimetro in vetro, zavorrato con mercurio e racchiuso in un astuccio in cartone. Esso è dotato di un piccolo imbuto che può essere infilato nella parte superiore del tubetto contenente la scala graduata da 70 a 170.

I densimetri, che sono zavorrati sul fondo come gli areometri, contengono una scala graduata nel tubo in vetro al di sopra del bulbo. Immergendo il densimetro nel liquido, esso galleggia in corrispondenza di un tratto della scala che fornisce direttamente la densità del liquido in cui lo strumento è immerso. Data di acquisto 1866<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 434.

**33/F**  
**ZAVORRE SU PIEDISTALLO IN LEGNO**

*Metallo, vetro, legno*

*h. 290*

*2/2 XIX secolo*

Quattro zavorre in vetro e tre in metallo sono attaccate ad altrettanti ganci posti su di un sostegno in legno tornito. Queste zavorre vengono appese al braccio di una bilancia idrostatica ed immerse nel liquido di cui si vuole determinare il peso specifico.

**34/F**  
**BAROMETRO A SIFONE DI GAY-LUSSAC**

*Legno, ottone, vetro*

*980 × 55*

*C. Dell'Acqua - Milano*

*3/4 XIX secolo*

■ **34/F**



■ **36/F**



Su una tavoletta in legno, che può essere appesa, sono fissati, mediante supporti in ottone, il tubo barometrico a sifone e il termometro a mercurio. Il ramo lungo del sifone, che è rotto, dovrebbe essere chiuso alla sommità e riempito di mercurio, il ramo corto è aperto e funge da serbatoio per il mercurio; i rami sono collegati da un tubo capillare che impedisce l'ingresso dell'aria in caso di capovolgimento della canna barometrica. Lungo la porzione più alta del tubo è fissata una piastra in ottone, su cui è incisa la scala lineare con divisioni da 500 a 790 mm. Il termometro è costituito da un tubo capillare terminante in una grossa ampolla contenente il mercurio. La scala termometrica,

posta in corrispondenza del tubo capillare, indica i gradi Celsius da  $-7^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Questo tipo di barometro fu ideato dal fisico francese Joseph Louis Gay-Lussac (1778 - 1850) nel 1816.

**35/F**  
**BAROMETRO A SIFONE DI GAY-LUSSAC**

*Legno di noce, vetro, metallo*

*960 × 60*

*3/4 XIX secolo*

La canna barometrica a sifone è montata su una tavoletta in noce lucidato. Si tratta di un modello dimostrativo, non provvisto di scala.

**36/F**  
**BAROMETRO DI GAY-LUSSAC**

*Ottone, vetro, pelle*

*d. 20; l. 990*

*3/4 XIX secolo*

Lo strumento è un barometro a sifone secondo il modello ideato da Gay-Lussac, detto "da montagna" perché consente di dedurre le altezze dalla misura della pressione atmosferica. Questo tipo di barometro, infatti, è trasportabile dato che, se si capovolge il tubo in modo che il serbatoio si trovi in alto, l'aria non può entrare nel tubo barometrico.

Il barometro è contenuto in un robusto involucro di ottone e presenta due scale graduate da 20 a 44 pollici francesi crescenti verso le estremità, provviste di nonio. Sulla parte anteriore dell'involucro è fissato un termometro con scala Celsius; le scritte fanno supporre che lo strumento sia di fattura francese.

Un astuccio di cuoio (*l. 1020, d. 50*) completa il barometro.

**37/F**  
**BAROMETRO DI FORTIN**

*Legno verniciato, ottone, vetro*

*1100 × 160*

*2/4 XIX secolo*

Una vaschetta cilindrica in ottone racchiude al suo interno una sacca in cuoio, il cui fondo può essere regolato mediante la vite posta al di sotto della vaschetta. Un cilindro in vetro che si appoggia alla

sacca, chiuso da un tappo, costituisce il serbatoio per il mercurio. La canna barometrica, racchiusa in un involucro di ottone, comunica con il pozzetto attraverso un foro dotato di una membrana sottile di pelle che costituisce la guarnizione porosa per l'aria, ma non per il mercurio. La scala per la lettura della pressione è incisa sull'involucro metallico della canna barometrica ed è dotata di un nonio per la rilevazione delle frazioni di millimetro.

Si tratta di un barometro del tipo ideato dal costruttore francese di strumenti Jean Nicolas Fortin (1750 - 1831) nel 1810 circa, che, rispetto ai barometri a sifone, presenta il vantaggio di essere facilmente trasportabile e di offrire misure accurate. Lo zero della scala, infatti, corrisponde ad una punta che, all'interno del serbatoio, può essere fatta combaciare con il livello del mercurio, alzando o abbassando, mediante una vite, il fondo in pelle del serbatoio.

■ **37/F**



Questo barometro è appeso ad un sostegno in legno nero, sul quale è fissato un piccolo specchio rotante per la lettura del livello del mercurio; sulla parte anteriore del tubo, inoltre, è fissato un termometro con scala Celsius da  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Il Catalogo metodico<sup>27</sup> specifica che questo barometro è stato acquistato a Parigi nel 1854/55, in sostituzione di un altro costruito da Dell'Acqua e acquistato l'anno precedente, e che *esso non ha alcuno dei difetti del precedente e quindi è trasportabile*.

Sono indicati quali accessori un astuccio in pelle e un treppiede con sospensione cardanica (38/F)

<sup>27</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 11 p. 38.

### 38/F ASTUCCIO IN CUOIO E TREMPIEDE DI SOSTEGNO PER BAROMETRO DI FORTIN

*Cuoio, ottone, metallo*  
900 × 60  
2/4 XIX secolo

Si tratta dell'astuccio in cuoio del barometro tipo Fortin 37/F e del treppiede di sostegno, formato da tre aste in ottone inserite in una custodia di cuoio con il giunto per la sospensione cardanica del barometro.

### 39/F BAROMETRO A QUADRANTE

*Radica di noce, vetro, metallo*  
d. 270; h. 1000  
Duron Frères à Paris  
1830

Su un supporto in legno da appendere alla parete sono montati, nella parte inferiore, il barometro e, nella parte superiore, il termometro. All'interno il tubo barometrico è a sifone e il serbatoio è dotato di un galleggiante, collegato con l'indice del barometro. Un disco di vetro sostenuto da una ghiera in ottone finemente lavorata ricopre il quadrante circolare del barometro, sul quale una graduazione sprovvista di scala indica, in francese, i diversi tempi atmosferici. L'indice è costituito da una asticciola metallica a forma di freccia che è mossa, per mezzo di una carucola e di un contrappeso, dall'alzarsi o abbassarsi del livello del mercurio nel serbatoio del sifone.

Per la sua forma particolare, questo barometro è detto "a banjo"; costruito per tutto l'Ottocento in un gran numero di esemplari, era considerato un barometro adatto alle abitazioni, non consentendo una misura effettiva della pressione atmosferica.

Il termometro a mercurio riporta la graduazione secondo la scala Réaumur, tipica della produzione francese.

Sul quadrante del barometro è riportata la firma del costruttore e la data di costruzione è incisa sulla scala del termometro.

### 40/F BAROMETRO OLOSTERICO

*Vetro, legno*  
d. 170; h. 110  
LUFFT n° 5350  
1/4 XX secolo

Il barometro olosterico è costituito da una scatola in ottone ermeticamente chiusa, in cui si è fatto il

### ■ 39/F



vuoto; il coperchio della scatola è una lamina sottile e scanalata per risentire delle minime variazioni di pressione dell'aria. Gli spostamenti del coperchio vengono trasmessi per mezzo di una molla e di un sistema di leve a un indice, che ruota indicando sulla scala il valore della pressione in millimetri di mercurio. Questo esemplare è da dimostrazione: esso infatti è contenuto all'interno di una campana di vetro ed è dotato di una pompetta che consente di variare la pressione interna alla campana.

Il barometro olosterico fu inventato dal francese Lucien Vidie (1805 – 1866) e brevettato nel 1845 in Francia; esso fu considerato uno strumento innovativo, in quanto offriva il grande vantaggio di essere particolarmente maneggevole e perciò trasportabile con facilità, rispetto soprattutto ai barometri a mercurio. Non è tuttavia uno strumento assoluto, dato che deve essere tarato confrontandolo con un barometro a mercurio. Data di acquisto 1901<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 134.

### 41/F BAROMETRO OLOSTERICO

*Vetro, legno*  
base d. 130; quadrante d. 80  
4/4 XIX secolo

Il barometro olosterico è incassato in una base circolare di legno, in modo da rendere visibile solo il quadrante superiore dello strumento; la scala a forma di anello indica la pressione in millimetri di mercurio e i tempi atmosferici e consente di vedere al centro del quadrante parte del meccanismo interno.

### 42/F MANOMETRO AD ARIA LIBERA

*Legno, metallo, vetro*  
185 × 100  
3/4 XIX secolo

Manometro ad aria libera per misurare la pressione dei gas fino a tre atmosfere. Un lungo tubo aperto alla sommità è incurvato e unito ad un serbatoio per il mercurio terminante con un beccuccio, che deve essere messo in comunicazione con il recipiente contenente il gas di cui si vuole misurare la pressione. Il tubo è fissato ad una tavoletta di legno

che riporta una scala graduata, nella quale lo zero è in corrispondenza del livello di equilibrio del mercurio semplicemente soggetto alla pressione atmosferica e dunque corrispondente a 1 atmosfera. La scala è poi suddivisa in intervalli lunghi 76 cm, corrispondenti perciò a 2 e 3 atmosfere. Data di acquisto 1866<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 425.

### 43/F MANOMETRO METALLICO

*Ottone, vetro, legno*  
d. 150; h. 240  
3/4 XIX secolo

Il manometro è costituito da una scatola cilindrica in ottone, dotata di un quadrante che contiene un arco graduato da 0 a 13 atmosfere e un indice. Nella parte inferiore vi è un condotto munito di rubinetto per l'immissione del vapore compresso. Inventato nel 1849 dal francese Eugène Bourdon (1808 – 1884), il manometro era utilizzato soprattutto per misurare la pressione del vapore nelle macchine.

Il condotto chiuso dal rubinetto comunica all'interno della scatola con un tubo di sezione ellittica incurvato a cerchio, chiuso all'estremità opposta. Il manometro sfrutta la proprietà del tubo di svolgersi se sottoposto a pressioni maggiori della atmosferica<sup>30</sup>. Gli allungamenti del tubo sono trasmessi con delicati meccanismi all'indice che ruota sulla scala, indicando così la pressione del gas.

L'apparecchio è stato acquistato da Giuseppe Allemano di Torino nel 1866<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> A. GANOT, op. cit., p. 115.

<sup>31</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 429.

### 44/F MANOMETRO AD ARIA LIBERA

*Vetro, legno, sughero*  
base d. 50; h. 390  
1/4 XX secolo

Manometro montato su piccola base in legno tornita che risulta essere stato donato alla scuola dal prof. Benetti.

45/F

**TUBI IN VETRO PER BAROMETRI**

Vetro  
varie misure  
3/4 XIX secolo

Cinque tubi in vetro di varie forme per barometri di Fahrenheit, Cartesio (ora rotto), Huygens, Hooke.

46/F

**TUBO BAROMETRICO**

Vetro, sughero, ottone  
d. 70; h. 930  
3/4 XIX secolo

Barometro a sifone contenuto in una bottiglia di vetro, munita di tappo in ottone, nel quale si inserisce un tubo barometrico, chiuso a sua volta da un tappo.

47/F

**TUBI BAROMETRICI**

Vetro  
varie misure  
XX secolo

Di questi tubi barometrici, cinque sono a sifone terminante con un'ampolla, due sono di Torricelli, due a sifone.

48/F

**PALLONE**

Vetro, ottone  
capacità 7,4 l  
2/4 XIX secolo

Pallone in vetro montato su una base circolare in ottone con ghiera e rubinetto, per determinare il peso dell'aria e di altri gas<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 37 n. 3.

49/F

**APPARECCHIO PER LA VERIFICA DELLA LEGGE DI BOYLE-MARIOTTE**

Legno, vetro  
base: 330 × 330; h. 1830

C. Dell'Acqua - Milano

2/4 XIX secolo

L'apparecchio, che negli inventari è citato come *Barometro a pozzetto profondo di Mariotte*, è costituito da una base circolare in legno tornito e lucidato che sostiene un lungo regolo lineare, sul quale sono incise le divisioni corrispondenti al centimetro. In corrispondenza dello zero della scala è montato un sostegno che regge un'ampolla, al di sotto della quale vi è una provetta del diametro di due centimetri e lunga ottanta centimetri.

L'apparecchio, riempito di mercurio e completato con una canna barometrica graduata (mancante), serve per varie esperienze, quali la verifica della legge di Boyle-Mariotte per pressioni inferiori a quella atmosferica<sup>33</sup>.

Data di acquisto 1857/58<sup>34</sup>.

<sup>33</sup> A. GANOT, op. cit., p. 107.

<sup>34</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 27 p. 40.

50/F

**APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLA LEGGE DI BOYLE-MARIOTTE**

Legno, vetro, metallo, gomma  
640 × 640; h. 2300

Ditta Dall'Eco - ing. G. Santarelli - successore - via Giotto, Firenze; matr. N° 1729 2  
1/4 XX secolo

L'apparecchio, che negli inventari è indicato *Apparecchio Pizzarello*, è sostenuto da un alto telaio in legno, montato su una base munita di viti di regolazione. Al telaio è fissato un lungo regolo in legno, sul quale è incisa una scala lineare in centimetri (0 - 220), e i supporti, dotati anch'essi di scala in centimetri, per due tubi in vetro del diametro di un centimetro e lunghi 60 cm; uno dei tubi termina con un'ampolla aperta, mentre l'altro può essere chiuso da una chiave in vetro. Un tubo in gomma mette in comunicazione i due tubi in vetro ed è riempito di mercurio; completano l'apparecchio due altri tubi con chiave in vetro.

Lo strumento, secondo le istruzioni allegate, consente la realizzazione di numerose esperienze, fra le quali, ad esempio, la verifica della legge di Boyle-Mariotte, secondo la quale, in un gas perfetto, il prodotto della pressione per il volume si mantiene costante ad una data temperatura. Dopo avere

■ 49/F



■ 50/F



eguagliato il livello del mercurio nei due rami di vetro, in corrispondenza di un volume fissato di aria intrappolata nel ramo chiuso, si innalza il ramo aperto fino a dimezzare il volume dell'aria contenuta in quello chiuso. Sulla scala graduata si verifica che ciò avviene in corrispondenza di un innalzamento di 76 cm, corrispondente al raddoppio della pressione.

L'apparecchio è stato acquistato dalle Officine Galileo di Firenze nel 1902<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 143.

### 51/F MACCHINA PNEUMATICA

*Ghisa, legno, ottone, marmo, vetro*  
860 × 800; h. 1500  
Dell'Acqua - Milano  
3/4 XIX secolo

La macchina pneumatica è utilizzata per estrarre l'aria al di sotto di una campana di vetro, così da poter effettuare varie esperienze nel vuoto. Questo esemplare, tipico della produzione del costruttore milanese Carlo Dell'Acqua, è montato su un piano di noce, sorretto da tre piedi in ghisa.

La pompa è costituita da un unico cilindro in vetro, nel quale scorre lo stantuffo dotato di una valvola che si apre verso l'alto; il movimento alternativo dello stantuffo è ottenuto mediante un grande volano e un albero a gomito che funge da eccentrico. Il corpo di tromba comunica attraverso un tubo con la base della colonna in ottone, cava, che sorregge il piatto di marmo, forato al centro, su cui va appoggiata la campana. Sul fondo del cilindro una valvola permette l'uscita dell'aria dalla campana, ma non il suo ingresso. Lungo il tubo orizzontale un rubinetto chiude il condotto, quando nella campana sia stato raggiunto un sufficiente grado di rarefazione dell'aria. A fianco della colonna che regge il piatto di marmo, un manometro a mercurio, detto "provino", comunicante con l'interno della campana, indica il grado di rarefazione raggiunto. Il provino è costituito da un tubo ricurvo, chiuso ad una estremità e aperto dall'altra, riempito di mercurio e fissato ad una scala verticale. Quando il manometro è a pressione atmosferica, questa spinge il mercurio che occupa completamente il ramo chiuso; a mano a mano che la pressione diminuisce, scende anche il livello del mercurio nel ramo chiuso, ma

esso non si dispone mai allo stesso livello nei due rami, perché ciò corrisponderebbe al vuoto assoluto, che per queste macchine non è raggiungibile. Il dislivello fra i due rami misurato in millimetri fornisce il valore della pressione nella campana.

La macchina pneumatica è stata acquistata da Dell'Acqua nel 1859 al prezzo di £ 500<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 25 p. 46.

### 52/F MODELLO DIMOSTRATIVO DELLE VALVOLE DELLA MACCHINA PNEUMATICA

*Legno, metallo*  
470 × 110  
Dell'Acqua - Milano  
3/4 XIX secolo

Una tavoletta rettangolare in legno rappresenta la sezione del corpo di tromba e dello stantuffo della macchina pneumatica precedente, con il particolare delle valvole meccaniche, per mostrarne il funzionamento.

Data di acquisto 1863<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 26 p. 46.

### 53/F CAMPANA PNEUMATICA CON RUBINETTO D'OTTONE

*Vetro, ottone*  
d. 150; h. 450  
4/4 XIX

La campana è dotata di un beccuccio in ottone chiuso da un rubinetto, che permette la fuoriuscita del gas preventivamente immesso nella campana.

### 54/F CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO

*Vetro*  
d. 200; h. 300  
4/4 XIX secolo

### 51/F



55/F

**CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO**

Vetro  
d. 150; h. 270  
XIX secolo

56/F

**CAMPANA PNEUMATICA CON FORO**

Vetro  
d. 170; h. 290  
XIX secolo

57/F

**CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO**

Vetro  
d. 250; h. 330  
XIX secolo

58/F

**CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO**

Vetro  
d. 270; h. 400  
XIX secolo

59/F

**CAMPANE PNEUMATICHE**

Vetro, cristallo, ottone, latta  
Varie  
XIX secolo

- Una campana con coperchio in latta (d. 230; h. 400).
- Una campana in fine cristallo con coperchio di cristallo (d. 150; h. 280; foro d. 90).
- Una campana con coperchio in vetro (d. 120; h. 270; foro d. 90).
- Una campana con coperchio in ottone (d. 230; h. 350), al centro del quale scorre un'astina munita di un anello. L'astina permette di sorreggere o manipolare oggetti posti all'interno della campana.

■ 59/F d. - 53/F



60/F

**CAMPANA PNEUMATICA**

Vetro colorato verde  
180; h. 510  
XIX secolo

61/F

**CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO**

Vetro colorato verde  
180; h. 330  
XIX secolo

62/F

**BAROSCOPIO**

Ottone, piombo  
base d. 60; h. 180/230  
2/4 XIX secolo

L'apparecchio consente di dimostrare l'esistenza della spinta di Archimede non solo nei liquidi, ma anche nell'aria. Esso è una bilancia a bracci uguali, ai quali sono sospese due sfere di volume molto diverso, ma in equilibrio. Posto al di sotto della campana pneumatica in cui si sia fatto il vuoto, l'apparecchio non è più in equilibrio, ma pende

dalla parte della sfera di volume maggiore, che è dunque anche più pesante. Ciò dimostra che, nell'aria, la differenza di peso è compensata dalla maggiore spinta di Archimede che agisce sulla sfera più grande.

Data di acquisto 1852/53<sup>38</sup>.

<sup>38</sup> LPSAS, XLVIII, Programmi 1852.

63/F

**EMISFERI DI MAGDEBURGO**

Ottone  
d. 120  
4/4 XVIII secolo

Gli emisferi di Magdeburgo consentono di effettuare una classica esperienza per dimostrare gli effetti della pressione atmosferica. Furono ideati dallo scienziato tedesco Otto von Guericke (1602 – 1686), l'inventore della macchina pneumatica, il quale li presentò pubblicamente nel 1657 con una dimostrazione molto efficace: la forza di quattro paia di robusti cavalli da tiro attaccati da parti opposte non fu in grado di separare i due emisferi cavi in cui era stato fatto il vuoto. La pressione atmosferica, infatti, si esercita in questo caso solo dall'esterno verso l'interno e non consente di separarli.

I riferimenti a questo apparato si trovano già nell'inventario del 1793<sup>39</sup>, in cui si legge: *Li due emisferi di Madeburgo d'ottone, con due anelli, uno fisso l'altro mobile sotto il coppino, che serve da piede*, a dimostrazione che esso venne acquisito dalla scuola come corredo della prima macchina pneumatica settecentesca citata nello stesso inventario.

<sup>39</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

64/F

**CREPAVESCICA**

Ottone  
d. 140; h. 120  
4/4 XVIII secolo

Anche questo oggetto, denominato "Crepavescica", consente di evidenziare l'azione della pressione atmosferica. Dopo aver fissato all'imboccatura superiore del cono tronco una membrana organica, si pone l'oggetto sul piatto della macchina

pneumatica e si toglie l'aria all'interno del cono; la membrana si incurva sempre più, fino a rompersi fragorosamente per effetto della pressione atmosferica esterna.

Anche di questo semplice strumento si trova menzione già nel catalogo del 1793.

65/F

**APPARECCHIO PER L'ESPERIENZA DELLA PIOGGIA DI MERCURIO**

Vetro, ottone, legno  
d. 100; h. 640  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da un tubo in vetro, chiuso nella parte superiore da un tappo in legno e dotato di un piede in ottone. Un condotto chiuso da un rubinetto mette in comunicazione l'interno del tubo con il piatto della pompa pneumatica. Mettendo dell'acqua al di sopra del tappo e facendo il vuoto all'interno del tubo, l'acqua, spinta dalla pressione atmosferica, attraversa le fibre del legno e cade sotto forma di finissima pioggia all'interno del tubo. Lo stesso fenomeno si verifica con il mercurio, se si sostituisce il tappo di legno con un contenitore opportuno il cui fondo è un disco di cuoio. Il mercurio attraversa il cuoio e cade sotto forma di minutissime goccioline all'interno del tubo.

Data di acquisto 1894<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> LPSAS, CCLXXXV, Inventario 1914, n. 123.

■ 63/F - 64/F



■ 66/F



**66/F**  
**MULINETTO CON DUE RUOTE A PALETTA**

*Legno, ottone*  
140 × 100; h. 160  
3/4 XVIII secolo

Lo strumento dimostra gli effetti dell'attrito offerto dall'aria sui corpi in movimento, in questo caso, le pale di due piccoli mulinelli. Tre colonnine in legno di bosso tornite, montate su una base ovale dotata di quattro piedi, sostengono gli assi di due mulinelli rotanti, le cui pale sono delle piastre in ottone orientabili. Un sistema costituito da una molla piatta permette di imprimere ai due mulinelli la stessa spinta, cosicché le ruote girano con la stessa velocità iniziale. Se le pale di entrambe le ruote hanno la medesima inclinazione, la durata del movimento è la stessa; se le inclinazioni sono differenti, si ferma prima quella le cui pale offrono maggiore resistenza all'aria. Facendo funzionare il mulinello all'interno di una campana di vetro evacuata è possibile dimostrare come, in assenza dell'attrito dell'aria, le pale si fermano nello stesso momento. Questo strumento di accurata fattura compare già

nell'inventario del 1793<sup>41</sup> al numero 17 della sezione *Macchine per l'aerometria: Altro ordigno di due mulinelli con alette d'ottone e sua molla montato sopra tre pilieri di legno.*

<sup>41</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

**67/F**  
**MODELLO DI POMPA DA INCENDIO**

*Legno, ottone, vetro*  
270 × 165; h. 380  
Carlo Grindel - Milano  
1/3 XIX secolo

Modello di pompa da incendio, montata sopra un telaio in legno lucidato con colonnine tornite. Esso è costituito da due pompe prementi, tra le quali si trova un serbatoio d'aria; i due stantuffi inseriti nei corpi di tromba sono azionati da una leva in ottone, il cui fulcro è posto su due colonnine ai lati del serbatoio centrale. L'acqua che si trova nel recipiente sottostante ciascuna pompa entra nel cilindro attraverso una valvola che si apre verso l'alto, aspirata dallo stantuffo che sale, è successivamente spinta nel serbatoio centrale dal movimento discendente dello stantuffo attraverso un'altra val-

■ 67/F



vola che si apre verso l'interno del serbatoio; da qui fuoriesce a forte velocità attraverso lo stretto tubo di erogazione, spinta anche dall'aria compressa nel serbatoio. La presenza dei due corpi di tromba, che agiscono alternativamente, e il serbatoio d'aria consentono un'erogazione costante.

Sui capitelli delle colonne che reggono il fulcro della leva è incisa la firma del costruttore Carlo Grindel (1780-1854), meccanico dell'Osservatorio Astronomico di Brera dal 1816.

Nel Catalogo metodico<sup>42</sup> la pompa da incendio e la pompa aspirante e premente 68/F sono così descritte:

*Tre modelli operativi in cristallo ed ottone di trombe una aspirante, l'altra aspirante e premente, la terza ad uso d'incendi. Sono di costruzione del sig. Grindel di Milano e mentre non potrebbero essere più adatte per una dimostrazione nella scuola, nulla lasciano desiderare né per la precisione, né per l'eleganza del lavoro.*

<sup>42</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 44 n. 17.

**68/F**  
**MODELLO DI POMPA ASPIRANTE E PREMENTE**

*Legno, vetro, ottone*  
170 × 130; h. 650  
Grindel Carlo  
1/3 XIX secolo

Modello di pompa costituita da un corpo di tromba in cui si muove uno stantuffo azionato da una leva, collegato mediante una valvola ad un tubo di aspirazione che pesca in un recipiente sottostante, riempito di acqua. Il corpo di tromba è collegato mediante un'altra valvola ad un serbatoio, al di sopra del quale è posto il cannello di uscita per l'acqua. Proprio il gioco delle due valvole consente al movimento dello stantuffo di aspirare l'acqua dal recipiente e di spingerla nel cannello d'uscita. Anche questa pompa, firmata dal suo costruttore, è descritta nel Catalogo metodico<sup>43</sup> insieme alla pompa da incendio 67/F.

<sup>43</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 44 n. 18.

**69/F**  
**POMPA ASPIRANTE**

*Ottone, legno, metallo*  
l. 230  
4/4 XIX secolo

Un cilindro in ottone costituisce il corpo di tromba della pompa e lo stantuffo è collegato ad una impugnatura in legno a forma di fuso.

■ 68/F



70/F

**MODELLO DI POMPA PREMENTE**

Ghisa, vetro, metallo  
190 × 150; h. 330  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio costituisce il modello di una pompa premente; esso è montato su quattro piedi in ghisa verniciata, che sorreggono una colonna, anch'essa in ghisa, il corpo di tromba e il serbatoio dell'aria, entrambi in vetro. Nel corpo di tromba scorre lo stantuffo che sale e scende grazie al movimento della leva montata sulla colonna.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio – Milano nel 1884<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 31 p. 47.

71/F

**MODELLO IN VETRO DI POMPA ASPIRANTE – PREMENTE**

Vetro, sughero  
h. 445  
4/4 XIX secolo

Il modello di questo tipo di pompa è costituito da un cilindro di vetro, chiuso da un tappo nel quale scorre lo stantuffo; il cilindro è collegato lateralmente nella sua parte inferiore ad altro cilindro più piccolo. Sia la parte inferiore del cilindro che il tubo laterale sono chiusi da un tappo nel quale è infilato un capillare.

Data di acquisto 1894<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 565.

72/F

**MODELLO IN VETRO DI POMPA ASPIRANTE**

vetro, sughero  
d. tubo: 30  
4/4 XIX secolo

Il modello di pompa aspirante è formato da un cilindro di vetro, chiuso da un tappo nel quale scorre lo stantuffo; nella parte superiore del cilindro vi è un beccuccio per la fuoriuscita dell'acqua. La parte inferiore del cilindro è chiusa da un tappo nel quale è infilato un capillare.

Data di acquisto 1894<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 566.

73/F

**POMPA DI GAY-LUSSAC**

Ottone, ghisa, legno  
490 × 370; h. 640  
1/4 XX secolo

L'apparecchio è fissato ad un treppiede in ghisa, montato su una tavola in legno rettangolare; esso è composto da un cilindro in ottone, all'interno del quale scorre uno stantuffo collegato ad un'impugnatura. Due canaletti orizzontali, muniti di rubinetti, sboccano separatamente alla base del cilindro e sono chiusi all'interno ciascuno da una valvola, l'una apribile verso l'interno del corpo di tromba, l'altra verso l'esterno. L'apparecchio funziona sia da pompa di rarefazione, sia da pompa di compressione, ma anche come pompa per travasare un gas da un recipiente all'altro.

Data di acquisto 1913/14<sup>47</sup>.

<sup>47</sup> LPS, *Inventario 1950*, n. 120.

74/F

**APPARECCHIO PER LA PREPARAZIONE DELL'ACQUA DI SELTZ**

Vetro, ferro, peltro  
d. 140; h. 370  
3/4 XIX secolo

Una bottiglia a vasi sovrapposti in spesso vetro è rivestita da una rete metallica di protezione e termina con un tappo in peltro con beccuccio e leva di compressione. L'acqua di seltz si preparava immettendo a pressione nel recipiente dell'anidride carbonica, che entra in soluzione nel liquido e riempie anche lo spazio sovrastante. Aprendo la valvola superiore, la pressione interna spinge fuori il liquido e il gas disciolto.

L'oggetto, che è di fattura francese, era comune nei ristoranti e nei caffè alla fine del XIX secolo.

75/F

**SOFFIETTO HUNTER PER ASFITTICI**

Legno, pelle, ottone  
l. 540; h. 210  
1/4 XIX secolo

Doppio soffietto di Hunter per asfittici, secondo la descrizione del Catalogo metodico<sup>48</sup> *migliorato*

dal Prof. Configliacchi, e reso servibile a molte esperienze e ricerche pneumatiche. Lo strumento, costruito in legno e pelle, è dotato di una bocchetta in ottone, e di quattro valvole o animelle, pure in ottone, due delle quali corrispondono alla camera superiore, e le altre alla inferiore. Dai documenti risulta essere dotato di numerosi accessori (alcuni sono conservati al Museo E. Caffi di Bergamo) fra i quali:

- due cannelli flessibili montati in ottone con vite da montare su una delle animelle esteriori e beccuccio d'osso;
- un cannello da innestarsi sulla bocchetta del soffietto;
- vesciche montate in ottone da fissare alla bocchetta e all'animella;
- vaso d'ottone per suffumigi;
- arco d'ottone per accrescere la capacità del soffietto.

Il tutto doveva essere racchiuso in una cassetta di legno.

Lo strumento si colloca nell'ambito delle ricerche sulla salubrità dell'aria che furono sviluppate e approfondite negli ultimi anni del XVIII secolo e potrebbe essere stato usato nell'ambito dell'insegnamento delle materie scientifiche istituito in collaborazione con l'Ospedale San Marco.

Data di acquisto 1819<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, n. 24 p. 45.

<sup>49</sup> LPSAS, LXIII, 19 dicembre 1819.

76/F

**GASOMETRO**

Latta verniciata, ottone  
d. 200; h. 340  
1/4 XX secolo

L'apparecchio era comunemente usato come serbatoio per il gas, illuminante o di altro tipo. Esso consiste di un cilindro metallico chiuso da un altro cilindro di sezione inferiore che scorre telesopicamente nel recipiente esterno. Manca il sistema di carrucole e contrappesi che equilibra il peso del coperchio. Due tubi collegati a due beccucci con relativi rubinetti scorrono sulla parete esterna del recipiente, penetrano all'interno e risalgono lungo l'asse centrale, fino alla sommità. Per poter immettere il gas attraverso il rubinetto, si riempie preventivamente il recipiente di acqua, in modo che

75/F



ne esca l'aria, così che il gas vada ad occupare la camera che si crea al di sopra del livello dell'acqua, a mano a mano che il coperchio sale.

Data di acquisto 1905.

77/F

**ASPIRATORE D'ARIA**

Metallo, vetro  
l. 240; h. 960  
1/4 XX secolo

Sopra una tavoletta metallica è fissato un tubo ricurvo terminante a sinistra con un'ampolla e a destra con una strozzatura posta in corrispondenza di un tubetto sottostante e racchiusa in un cilindro di vetro dotato di rubinetto. L'ampolla di sinistra si collega al tubo di immissione dell'acqua e l'ampolla di destra al recipiente dal quale si vuole aspirare l'aria. L'aspirazione avviene grazie alla depressione che si crea in corrispondenza dell'aumento di velocità dell'acqua nel passaggio attraverso la strozzatura.

Acquistato da A.C. Zambelli di Torino nel 1911.



ACUSTICA

### 01/A COPPA CON PENDOLINI

*Bronzo, legno, ottone*  
d. 215; h. 395  
3/4 XIX secolo

Una base circolare in legno tornito ed annerito sostiene nel suo centro una coppa in bronzo e, lateralmente, un piedistallo in legno nel quale è inserita un'asta in ottone che regge tre pendolini costituiti da materiale leggerissimo. Completa l'apparato un martelletto in legno di mirto, con il quale si percuote la coppa, producendo un suono. Il conseguente spostamento dei pendolini dimostra che tale suono è prodotto da vibrazioni.

### 02/A LAMINA D'ACCIAIO

*Legno, ottone, acciaio*  
d. 165; h. 350  
3/4 XIX secolo

Una base circolare in legno nero sorregge una sottile lamina d'acciaio, terminante con un pomolo in ottone; essa, posta in vibrazione, produce un suono.

### 03/A CULLA DI TRAVELYAN

*Ottone*  
320 × 60  
4/4 XIX secolo

Questo apparecchio dimostra la possibilità di produrre suoni per mezzo di urti ripetuti; esso consiste di una paletta a sezione triangolare, sostenuta da un manico, che presenta lungo la faccia inferiore una scanalatura longitudinale. Appoggiando la paletta ad un pezzo di piombo, uno dei margini della scanalatura preme più dell'altra sul metallo; se la paletta viene riscaldata, trasmette al piombo il suo calore così che questo, dilatandosi, spinge la paletta verso l'alto e il secondo bordo va a toccare nuovamente il piombo. Il moto che si determina è oscillatorio e la paletta, urtando il piombo ad ogni oscillazione, produce un suono. Di questo apparato manca il supporto in piombo e la cassa di risonanza in legno.

### 04/A PIASTRE PER L'APPARATO DI CHLADNI

*Ottone, vetro*  
varie misure  
3/4 XIX secolo

Queste piastre di forme e materiali diversi (cinque in vetro, due quadrate ed una tonda in ottone), rendono possibile l'esperienza ideata dal fisico tedesco Ernest Chladni (1756 – 1827) per studiare i modi di vibrazione delle lastre metalliche. Dopo avere fissato la lastra ad un ripiano mediante un morsetto a forma di S, la si cosparge di sabbia fine e la si pone in vibrazione mediante un archetto di violino. La polvere si dispone allora su ogni piastra formando figure particolari, che indicano le linee nodali dell'onda prodotta dalla vibrazione.

Nell'inventario della scuola del 1914 si segnala che le piastre in ottone appartengono al vecchio apparato acquistato nel 1866.

### 05/A RUOTE DI SAVART

*Ottone, metallo*  
d. 70  
1/4 XX secolo

Un perno metallico costituisce l'asse di quattro ruote dentate in ottone, montate a distanza regolare

### 01/A



e con un numero di denti crescente. Tale dispositivo serve alla determinazione della frequenza di un suono. Esso deve essere messo in rotazione da un apparecchio come, per esempio, quello per la dimostrazione degli effetti dell'accelerazione centrifuga (33/M). Accostando un cartoncino ad una delle ruote in rotazione, si constata che esse producono suoni diversi, più gravi se il numero dei denti è inferiore, più acuti se il numero dei denti è superiore. Il cartoncino, infatti, compie tante vibrazioni quanti sono i denti della ruota e, di conseguenza, contando il numero di giri della ruota in un dato intervallo di tempo, si ottiene la frequenza del suono. Data di acquisto 1913<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 173.

### 06/A SIRENA DI CAGNIARD DE LA TOUR

*Ottone, vetro, metallo*  
d. 60; h. 160  
*Dell'Acqua C. n° 7*  
2/4 XIX secolo

La sirena serve a determinare la frequenza di un dato suono. Essa è costituita nella parte inferiore da un cilindro di ottone nel quale, per mezzo di un mantice e di un condotto, si fa arrivare l'aria; il cilindro presenta nel coperchio una serie circolare di fori obliqui equidistanti; al di sopra può ruotare intorno ad un asse un dischetto, avente anch'esso una serie concentrica di fori, che corrispondono esattamente a quelli del coperchio, ma che sono inclinati in senso opposto. L'aria spinta nel cilindro esce dai fori superando un gomito e costringendo così il dischetto a ruotare; il flusso d'aria viene dunque periodicamente interrotto e il suono da esso generato ha una frequenza che dipende dalla velocità di rotazione del disco.

L'asse del disco trasmette il movimento ad un ingranaggio (posto in una scatola nella parte superiore dello strumento), solidale con le lancette contagiri – oggi mancanti – poste su una placca d'ottone sulla quale sono incisi due cerchi graduati e la dicitura "Unità" e "Mila", nonché la firma del costruttore e il numero di matricola dello strumento. La frequenza del suono può essere misurata moltiplicando il numero dei giri per il numero dei fori nell'unità tempo.

### 06/A



L'apparecchio prende il nome dal suo inventore Cagniard De La Tour (1777 – 1859), che lo ideò nel 1819.

Questo apparecchio fu donato al Liceo nel 1846 per disposizione testamentaria da Francesco Maccarani (1776 – 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

### 07/A SIRENA DI SEEBECK

*Legno, metallo, cartone*  
d. 285; base d. 240  
1/4 XX secolo

Una base circolare tornita in noce porta alla sommità un ripiano rettangolare sul quale è montato un motorino elettrico, che fa ruotare un disco di cartone annerito con quattro serie concentriche di fori (24 – 30 – 36 – 48), che stanno in rapporto tra loro come 4 – 5 – 6 – 8.

Mentre il disco gira, si soffia dell'aria mediante il cannello di un mantice in corrispondenza di una serie di fori; il suono che si produce è via via più acuto all'aumentare della velocità di rotazione e del numero dei fori.

**08/A**  
**METRONOMO**

*Legno, carta, metallo*  
120 × 120 × 230  
MAELZEL  
1/4 XX secolo

Il metronomo è costituito da un pendolo in cui però il punto di oscillazione è alla base. La frequenza di oscillazione è regolata facendo scorrere una massa lungo l'asta, in corrispondenza di una scala verticale; questa riporta al centro le indicazioni di tempo e sui lati il numero di battiti al minuto, da 40 a 208. Il metronomo è racchiuso in una custodia di legno a forma di piramide.

**09/A**  
**DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA**

*Acciaio, legno*  
160 × 67; h. 170  
1792 v.  
4/4 XIX secolo

Questo diapason produce 1792 vibrazioni semplici al secondo, corrispondenti alla nota LA<sub>4</sub>. Esso completa il tubo di Quincke 23/A e riporta sulla cassa di risonanza l'incisione *Tecnomasio*.

■ **10/A - 11/A - 15/A - 16/A****10/A - 11/A**  
**DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA**

*Acciaio, legno, ottone*  
195 × 105, h. 230; 185 × 105, h. 240  
A 440  
1/4 XX secolo

Coppia di diapason che vibrano alla frequenza di 440 Hz, corrispondente alla nota LA<sub>3</sub>, e utilizzati per esperienze sulla risonanza. Il 10/A è dotato di una massa in ottone per variare la frequenza del suono emesso. Sono stati acquistati nel 1905.

**12/A**  
**DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA**

*Acciaio, legno*  
180 × 138; h. 260  
A 435  
1/4 XX secolo

Diapason vibrante alla frequenza di 435 Hz, corrispondente a 870 vibrazioni semplici (v.s.) al secondo. Data di acquisto 1914.

**13/A**  
**CORISTA**

*Acciaio*  
l. 120  
2/4 XIX secolo

Diapason a rebbi ricurvi, detto "corista", generalmente utilizzato per accordare gli strumenti musicali.

**14/A**  
**CORISTA**

*Acciaio*  
l. 120  
XIX secolo

Diapason senza cassa di risonanza.

**15/A - 16/A**  
**DIAPASON CON MANICO**

*Acciaio, legno*  
l. 330; l. 260  
UT3 512 v.s. MK; UT4 1024 v.s. MK  
1/4 XX secolo

I diapason sono dotati di un manico in legno tornito, e riportano alla base dei rebbi l'incisione relativa alla frequenza di vibrazione: 512 vibrazioni semplici (v. s.) al secondo, corrispondenti alla nota DO<sub>3</sub> per il diapason 15/A; 1024 vibrazioni semplici (v. s.) al secondo, corrispondenti alla nota DO<sub>4</sub> per il diapason 16/A.

Sono stati acquistati nel 1905 dalla ditta Max Kohl - Chemnitz.

**17/A**  
**DIAPASON ELETTROMAGNETICO**

*Acciaio, ottone, ferro*  
220 × 145; h. 100  
2/4 XX secolo

Un diapason, dotato di punta scrivente, è montato su un sostegno di ottone fissato ad una tavoletta in legno annerito. Fra i rebbi è posta una elettrocalamita in contatto elettrico con un morsetto posto sulla base dello strumento; l'altro morsetto è in collegamento con una lamina elastica che tocca la parte esterna di uno dei rebbi. Se si alimenta il circuito, l'elettrocalamita attira il diapason che, stac-

■ **17/A**

candosi dalla lamina, interrompe il passaggio di corrente. Sul diapason è incisa la nota LA. Lo strumento è usato con il vibrografo 25/A.

**18/A**  
**MANTICE ACUSTICO**

*Legno, metallo, cuoio*  
810 × 410; h. 990  
3/4 XIX secolo

L'apparato, che negli inventari è denominato *Organo di Merloye*, consiste di un tavolo rettangolare in legno di larice, nella cui parte inferiore è alloggiata una riserva d'aria in cuoio, collegata al mantice sottostante azionato da un pedale; la base superiore del soffietto è in legno ed è collegata ad un'asta che, penetrando nel ripiano superiore del tavolo, permette di dilatare e svuotare il mantice. L'aria immagazzinata giunge attraverso un tubo nella parte superiore del tavolo, che funge da cassa di distribuzione, e, da qui, per mezzo di condotti apribili singolarmente, alle diverse canne sonore che si possono collocare negli appositi alloggiamenti posti sul ripiano del tavolo. Con questo apparato si eseguono esperienze relative alla produzione di onde stazionarie nei tubi sonori aperti o chiusi ad una estremità.

Le canne sono sedici:

- otto in legno aperte all'estremità superiore, a sezione rettangolare di diverse lunghezze: MI<sub>3</sub> - l. 454; FA<sub>3</sub> - l. 425; SOL<sub>3</sub> - l. 374; LA<sub>3</sub> - l. 323; SI<sub>3</sub> - l. 304; UT<sub>4</sub> - l. 277 (2); FA<sub>4</sub> - l. 203;
- due in legno chiuse all'estremità superiore, a sezione rettangolare molto grande: RE<sub>3</sub> - l. 112; RE<sub>4</sub> - l. 64;

## ■ 18/A



- una dotata di una parete scorrevole, costituisce il modello di ancia – *l.* 18;
- tre a sezione circolare, di lunghezza uguale  $LA - l.$  334, in materiali diversi: ottone, cartone, legno; servono a dimostrare che, in prima approssimazione, il materiale delle canne non ha influenza sul suono;
- una a sezione rettangolare lunga 600 mm presenta dei fori a diversa altezza, chiusi da valvole in legno che permettono di modificare la posizione dei nodi, modificando così la lunghezza d'onda del suono;
- una in legno a gomito  $FA_3 - l_1$  104,  $l_2$  410.

Data di acquisto: 1866<sup>3</sup>.

Il mantice acustico è stato restaurato nei primi mesi del 2008 dal professor Paolo Brenni e dai suoi collaboratori nei laboratori della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, grazie all'iniziativa dell'Associazione ex alunni del Liceo Sarpi e al contributo di vari enti e privati.

<sup>3</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 424.

## 19/A

**CANNA D'ORGANO AD ANCIA BATTENTE**

*Peltro*

*l.* 390

*Fratelli Bossi - Bergamo*

*3/4 XIX secolo*

Modello di canna d'organo nella cui imboccatura è inserita una linguetta (l'ancia) applicata contro un cannello aperto; la parte libera dell'ancia può essere regolata con un'astina. L'aria che entra dall'imboccatura della canna costringe la linguetta a vibrare, producendo un suono, che risulta amplificato dal tubo a forma di cono unito all'imboccatura.

La canna è stata costruita dagli organisti bergamaschi Bossi nel 1867.

## 20/A

**TUBO DI KUNDT**

*Vetro, legno*

*l.* 760

*3/4 XIX secolo*

Un lungo tubo in vetro sottile presenta a una estremità un'imboccatura in legno a flauto; all'altra estremità è inserito uno stantuffo in legno che,

scorrendo all'interno del tubo, varia la lunghezza della colonna d'aria in esso contenuta. L'apparato serve a visualizzare l'andamento delle vibrazioni: si cosparge l'interno del tubo con polvere di licopodio e si soffia nell'imboccatura, facendo così vibrare l'aria contenuta nel tubo e, con essa, la polvere impalpabile. Il licopodio si addensa in corrispondenza dei nodi della vibrazione, rivelandone così l'andamento.

L'apparecchio non è firmato, ma risulta fornito dai Fratelli Bossi, Bergamo<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 143.

## 21/A

**SONOMETRO A QUATTRO CORDE**

*Legno, ghisa, carta, acciaio*

*735 × 110; h.* 200

*4/4 XIX secolo*

In una scatola in legno con coperchio è contenuta una cassetta rettangolare in legno montata su piedini in ghisa; il coperchio è rivestito di carta, su cui sono segnate alcune scale: al centro la scala naturale, ai lati la scala temperata (nella quale l'ottava è divisa in 12 intervalli uguali) e la scala aritmica. Sulla cassetta possono essere tese fino a quattro corde d'acciaio che passano su tre ponticelli, dei quali quello centrale è mobile e può scorrere sulla scala. All'estremità della cassetta è presente una scanalatura, alloggiamento di una carrucola (mancante) usata per tendere i fili, grazie anche ai pesi di cinque libbre ciascuno a corredo dell'apparecchio. Lo completano alcune corde in acciaio di diametro diverso e due aste in ferro per tenderle.

L'apparato serve ad eseguire varie esperienze<sup>5</sup>, tra le quali la verifica che la frequenza di vibrazione è direttamente proporzionale alla radice quadrata della tensione della corda e inversamente proporzionale alla lunghezza e alla radice quadrata della densità della corda.

Le scritte fanno supporre che l'apparato sia di fabbricazione tedesca.

Data di acquisto 1899<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> A. GANOT, op. cit., p. 176.

<sup>6</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 570.

22/A

**APPARECCHIO DI MELDE**

*Legno, metallo, ottone*  
 1120 × 100 × 450  
 4/4 XIX secolo

Un sostegno a forma di L può essere fissato al piano del tavolo mediante una morsa; sul lato corto della L è montato un diapason, mentre il lato lungo è costituito da un'asta orizzontale sulla quale è incisa una scala. Una corda sonora d'acciaio è fissata da una parte a uno dei rebbi del diapason, dall'altra a un tensore in ottone che può scorrere sull'asta graduata. Mettendo in vibrazione il diapason, le vibrazioni si trasmettono alla corda; agendo sul tensore si varia la lunghezza della corda e perciò il numero di nodi della vibrazione.

Data di acquisto 1893<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 192.

23/A

**TUBO DI QUINCKE**

*Ottone, legno*  
 1200 × 540; h. 240  
 4/4 XIX secolo

Su un tavolino in legno è montato un tubo in ottone che, dopo l'imboccatura ad imbuto, si divide a formare due anse, una delle quali può essere allungata telescopicamente per variare la lunghezza del percorso del suono raccolto dall'imboccatura. I due tubi si riuniscono infine in un'unica uscita, a cui è possibile applicare un tubo di gomma da avvicinare all'orecchio. L'esperienza si esegue facendo vibrare vicino all'imboccatura una sorgente sonora (in questo caso il diapason 09/A da 1762 Hz che completa l'apparecchio); se i cammini effettuati dalla vibrazione sonora sono differenti nei due rami, si ottiene all'uscita un suono indebolito o rafforzato, a seconda che le vibrazioni sonore giungano all'uscita del tubo in discordanza o in concordanza di fase.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1883<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 478.

■ 21/A



24/A

**RISONATORE CILINDRICO**

*Ottone, base in marmo*  
 base d. 150; h. 410  
 Max Kohl AG - Chemnitz  
 1/4 XX secolo

Un cilindro in ottone è aperto ad un'estremità e chiuso dall'altra da un coperchio fissato ad un cilindro che può scorrere telescopicamente nel cilindro più esterno. Esso è retto da un supporto metallico snodato fissato ad una base circolare di marmo nero. L'apparato, utilizzato nell'analisi dei suoni composti, si fonda sulla proprietà che hanno le casse sonore di vibrare spontaneamente all'unisono con la sorgente, quando abbiano dimensioni opportune e di rafforzarne il suono.

Dopo aver regolato la lunghezza del tubo in modo che risuoni in corrispondenza di una data frequenza, è possibile evidenziare, fra le frequenze componenti un suono emesso da una sorgente, proprio quella selezionata in precedenza.

Data di acquisto 1912<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 220.

■ 23/A



25/A

**VIBROGRAFO DI DUHAMEL**

*Ghisa, metallo, ottone*  
 510 × 280; h. 300  
 4/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da un cilindro rotante metallico, montato orizzontalmente su un treppiede in ghisa di altezza regolabile; il suo asse è collegato ad un manovella. Accostando al cilindro in rotazione un diapason in vibrazione con punta scrivente, si evidenzia sulla superficie del cilindro, ricoperta con un foglio annerito, una sinusoide che visualizza le oscillazioni dei rebbi.

L'apparato è stato acquistato dal Tecnomasio, Milano nel 1881<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 175.

26/A

**DIAPASON**

*Acciaio, legno*  
 290 × 370; h. 420;  
 UT1 - 128 v.s.

4/4 XIX secolo

Questo diapason, unito al successivo, può essere utilizzato con il vibrografo 25/A, oppure per eseguire le esperienze sulla composizione delle vibrazioni ortogonali secondo Lissajous. Il diapason vibra alla frequenza di 128 vibrazioni semplici al secondo, corrispondenti alla nota DO<sub>1</sub>, ed è montato orizzontalmente su un opportuno sostegno a treppiede in legno, in modo da poterne regolare l'altezza; alle estremità dei rebbi sono applicate la punta scrivente e uno specchietto tondo.

27/A

### DIAPASON

Acciaio, legno

210 × 370; h. 420

UT2 - 256 v.s.

Tecnomasio - Milano

4/4 XIX secolo

Anche questo diapason è dotato di punta scrivente e di specchietto, ma, rispetto al precedente, ha la caratteristica di poter essere montato anche verticalmente e la sua frequenza di vibrazione è di 254 vibrazioni semplici al secondo, corrispondenti alla nota DO<sub>2</sub>. Abbinato al precedente, può essere utilizzato per mostrare la composizione di due vibrazioni che avvengono in piani perpendicolari<sup>11</sup>; proiettando un fascio luminoso sullo specchietto di uno dei due diapason, e facendolo riflettere sull'altro diapason, l'immagine che si raccoglie su uno schermo è la composizione delle due vibrazioni ed è una curva particolare che dipende dal rapporto delle frequenze dei dia-

■ 25/A



pason; tali curve prendono il nome del loro scopritore Jules Lissajous (1822 - 1880).

<sup>11</sup> A. GANOT, op. cit., p. 166.

28/A

### SPECCHIO ROTANTE

Latta, vetro

125 × 125 × 125

1/4 XX secolo

Specchio cubico montato su un perno da inserire nella macchina 33/M in grado di metterlo in rotazione; grazie a questo strumento è possibile visualizzare, a causa della persistenza dell'immagine sulla retina, alcuni fenomeni legati alle vibrazioni, in particolare le fiamme manometriche.

Data di acquisto 1914<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> LPS, *Inventario 1955*, n. 157.

29/A

### CAPSULA MANOMETRICA

Ottone, legno

200 × 80; h. 360

3/4 XIX secolo

Su una rozza tavoletta rettangolare in legno è fissata una colonnina che sostiene una capsula, al cui interno si trova una membrana. Nella capsula sono inseriti: un'imboccatura ad imbuto in ottone per raccogliere il suono prodotto da una sorgente; un beccuccio con chiave da collegare al gas mediante un tubo ed un ugello, su cui può essere accesa una fiammella. Le vibrazioni del suono prodotto nell'imbuto e trasmesse dalla membrana si ripercuotono sulla fiammella, che oscilla rapidamente cambiando di ampiezza<sup>13</sup>. Tali variazioni, troppo rapide per essere seguite dall'occhio, sono rese visibili dallo specchio rotante 28/A, per la persistenza dell'immagine sulla retina.

<sup>13</sup> A. GANOT, op. cit.

30/A

### CAPSULA MANOMETRICA

Ottone, legno, metallo

300 × 160; h. 210

Tecnomasio

4/4 XIX secolo

Il funzionamento di questo apparato è analogo al precedente. Qui manca il cornetto acustico da collegare, mediante un tubo di gomma, alla capsula. L'apparato è stato acquistato dal Tecnomasio nel 1883.

31/A

### CORNETTO ACUSTICO

Latta verniciata

l. 350

3/4 XIX secolo

Cornetto acustico di latta verniciata di blu con profili dorati. Serve a raccogliere le onde sonore e veniva utilizzato come ausilio auditivo.

32/A

### ZUFOLO IN LEGNO

Legno di mirto

l. 370

3/4 XIX secolo

Zufolo chiuso all'estremità opposta all'imboccatura da un bastone telescopico graduato, per mostrare il rapporto esistente tra la lunghezza d'onda del suono e la lunghezza del tubo.

■ 28/A - 29/A - 33/M



■ 27/A - 26/A



Il tempo ha deformato il legno e ha reso inservibile lo strumento.

33/A

### ARCHETTO DI VIOLINO

Legno, avorio, crine

l. 650

4/4 XIX secolo

Un comune archetto di violino - oggi piuttosto rovinato - per produrre vibrazioni in esperienze diverse.



# TERMOLOGIA

**01/T****TERMOMETRO METEOROLOGICO***Vetro, ottone**30 × 660**C. Dell'Acqua - Milano**2/4 XIX secolo*

Il termometro è costituito da un tubo capillare che termina con un bulbo contenente mercurio. Esso è fissato ad una placca d'ottone, su cui è incisa la scala Celsius da  $-12^{\circ}\text{C}$  a  $+47^{\circ}\text{C}$ , con divisioni corrispondenti al decimo di grado<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 52 n. 12.

**02/T****TERMOMETRO AD ALCOOL***Vetro, ottone**30 × 280**2/4 XIX secolo*

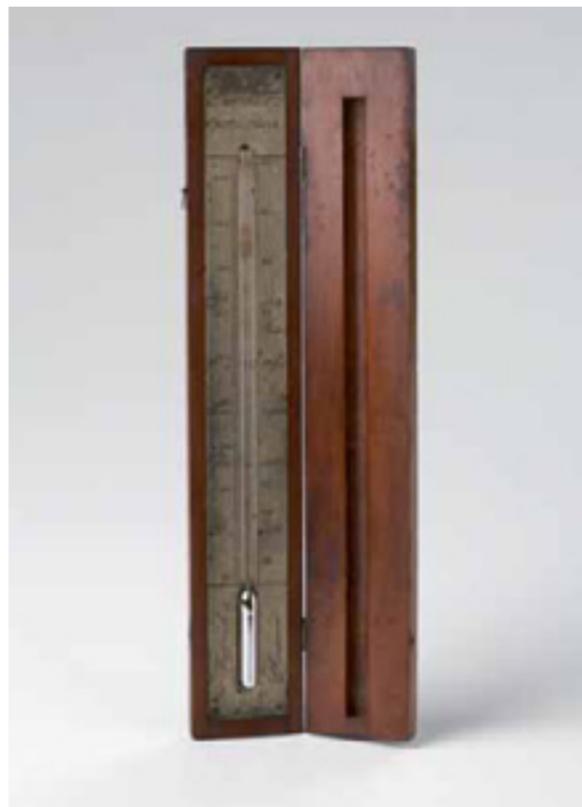
Termometro contenente alcool fissato su una piastra in ottone, che riporta sia la scala Celsius che la scala Réaumur.

La scala Celsius utilizza due punti fissi: quello di congelamento dell'acqua, che corrisponde a  $0^{\circ}\text{C}$  e quello di ebollizione, che corrisponde a  $100^{\circ}\text{C}$ . La scala Réaumur, pur utilizzando gli stessi punti fissi, attribuisce alla temperatura di ebollizione dell'acqua il valore di  $80^{\circ}$ . Quest'ultima scala era utilizzata soprattutto in Francia.

Le scale termometriche portano i nomi degli scienziati René Ferchault de Réaumur (1683 - 1757), francese, e Andres Celsius (1701 - 1744), svedese, che si occuparono di termometria.

**03/T****TERMOMETRO IN ASTUCCIO DI LEGNO***Vetro, ottone, legno**46 × 285**Duroni Frères - Opticiens à Paris**2/4 XIX secolo*

Un elegante astuccio in legno racchiude una piastra in ottone su cui è fissato il termometro a mercurio; sulla piastra sono incise, da parti opposte, due scale termometriche: la scala Réaumur e la scala Fahrenheit, con le indicazioni *glace*, *tempéré*. Daniel Fahrenheit (1686 - 1736), che per primo pro-

**03/T**

duisse termometri affidabili, utilizzò nel 1724 la scala che porta il suo nome e che ebbe grande diffusione in Inghilterra e nelle zone di influenza inglese.

In questa scala al punto di congelamento di una miscela di cloruro di ammonio e ghiaccio corrispondeva la temperatura di  $0^{\circ}\text{F}$ ; al punto di congelamento dell'acqua  $+32^{\circ}\text{F}$ , al punto di ebollizione dell'acqua  $+212^{\circ}\text{F}$ .

Gli inventari indicano questo termometro *da viaggio*<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 51 n. 4.

**04/T****TERMOMETRO METALLICO DI BREGUET***Legno, ottone, vetro, metallo**d. 115; h. 160**C. Dell'Acqua f. in Milano**1/2 XIX secolo*

Il termometro inventato da Abraham Breguet (1747 - 1823) si fonda sulla diversa dilatazione che i metalli subiscono se sottoposti ad un aumento di temperatura.

Una spirale formata da tre metalli sovrapposti e saldati insieme è fissata ad un supporto, in modo da essere sospesa; essa porta all'estremità inferiore un indice leggero, libero di ruotare all'interno di un cerchio graduato, diviso in 100 parti. Le temperature, ottenute per confronto con un termometro a mercurio, sono indicate *Caldo* da  $0$  a  $+50^{\circ}$  e *Freddo* da  $0^{\circ}$  a  $-50^{\circ}$ .

Riscaldando la spirale, essa si distende perché il metallo all'esterno della spirale si dilata più di quello all'interno. L'ago perciò ruota, indicando il valore della temperatura.

Il termometro è montato su uno zoccolo di legno tornito ed è racchiuso in una campana di vetro.

Il termometro fu donato al Liceo nel 1846 per disposizione testamentaria da Francesco Maccarani (1776 - 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

**05/T****04/T****05/T****TERMOMETRO BIMETALLICO***Ottone, vetro, metallo**d. 55**3/4 XIX secolo*

Il termometro, che ha la forma e le dimensioni di un orologio da taschino, è racchiuso tra due vetri montati in una cornice metallica, così da rendere visibile, oltre che il quadrante, anche il meccanismo interno.

Il termometro sfrutta le diverse dilatazioni dei metalli componenti una lamina bimetallica che, avvolta a spirale, è collegata ad un indice. La dilatazione della molla, dovuta ad un aumento di temperatura, fa sì che l'indice si sposti sul quadrante, indicando contemporaneamente i valori della temperatura secondo le tre scale: Fahrenheit, Celsius e Réaumur.

Il termometro, indicato negli inventari *Termometro di Holtzmann*, è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1871<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 54 n. 24.

**06/T**  
**TERMOMETRO A DOPPIA CAMICIA PER LIQUIDI**

*Vetro, alcool*  
l. 310  
G. Agosti - Bergamo  
1/4 XX secolo

In un'ampolla zavorrata è contenuto un tubo capillare che pesca in un bulbo riempito di alcool. La temperatura si legge su una scala tarata in gradi Celsius, scritta su carta.

**07/T**  
**TERMOMETRO A CONGELAMENTO**

*Vetro, mercurio, ottone*  
l. 300  
1/4 XX secolo

Il bulbo del termometro che contiene mercurio è immerso in un'ampolla riempita di acqua. L'estremità superiore è chiusa da un tappo in ottone. La scala, che va da -5 °C a +100 °C, riporta divisioni corrispondenti a un grado.

Questo tipo di termometro mostra il fenomeno della sopraffusione, che consiste nella capacità dell'acqua, contenente sali disciolti, di restare allo stato liquido al di sotto della temperatura di fusione.

**08/T**  
**TERMOMETRO A MERCURIO**

*Vetro, mercurio*  
l. 650  
4/4 XIX secolo

Termometro a mercurio con scala da -10 °C a +100 °C e divisioni di 1/10 di grado.

**09/T**  
**TERMOMETRO A MERCURIO**

*Vetro, mercurio*  
l. 500  
Tecnomasio - Milano  
4/4 XIX secolo

Termometro a mercurio con scala da 0 °C a +100 °C e divisioni di mezzo grado.

**10/T**  
**TERMOMETRO A MERCURIO**

*Vetro, mercurio*  
l. 300  
4/4 XIX secolo

Termometro a mercurio con scala incisa su vetro da -10 °C a +200 °C.

**11/T**  
**TERMOMETRO A MERCURIO**

*Vetro, mercurio*  
l. 350  
4/4 XIX secolo

Termometro a mercurio con scala da 0 °C a +100 °C e divisioni di 1/10 di grado.

**12/T**  
**TERMOMETRO A MERCURIO**

*Vetro, mercurio*  
l. 330  
1/4 XX secolo

Termometro per la chimica a mercurio con scala incisa su vetro da -30 °C a +360 °C.

**13/T**  
**TERMOMETRO DA AMBIENTE**

*Vetro, mercurio, porcellana, legno*  
75 × 400  
L. Tironi - Bergamo  
1/4 XX secolo

Il termometro è costituito da un tubo capillare contenente mercurio, il cui serbatoio è il tubo stesso avvolto a spirale. Esso è montato su un supporto di legno sul quale è fissata anche la scala di porcellana, che riporta le divisioni sia della scala Celsius, che della scala Réaumur.

**14/T**  
**TERMOMETRO A MASSIMA E MINIMA**

*Vetro, mercurio, legno*  
60 × 250  
XIX secolo

Il termometro è formato da un tubo capillare piega-

to ad U, contenente mercurio nella parte inferiore, alcool nella parte superiore.

La dilatazione o contrazione dell'alcool spinge il mercurio in uno o nell'altro ramo del tubo e un cilindretto resta ad indicare il limite raggiunto dal mercurio e, quindi, la temperatura.

Il termometro a massima e minima fu inventato da James Six (1731 - 1793) nel 1780 per rilevare le variazioni della temperatura. Questo modello è indicato negli inventari *Termometrografo di Six modificato da Bellani e costruito dal Sig. Pizzagalli di Milano*<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 53 n. 13.

**15/T**  
**TERMOSCOPIO DI WEINHOLD**

*Legno, vetro*  
90 × 290  
3/4 XIX secolo

Una base in legno tornito regge un tubo capillare piegato a forma di U, avente i rami di lunghezza

■ **15/T**

diversa e terminanti con due ampole in vetro. La base del tubo contiene etere, che riempie anche parte dell'ampolla più bassa. Riscaldando l'aria contenuta nell'ampolla più bassa questa, dilatandosi, spinge il liquido nel ramo lungo, rendendo evidente l'aumento della temperatura in un'ampolla rispetto all'altra. Lo strumento non è provvisto di scala, quindi è di tipo dimostrativo.

**16/T**  
**TERMOSCOPIO DI WEINHOLD**

*Metallo, vetro, carta*  
230 × 70; h. 490  
3/4 XIX secolo

**17/T**  
**TERMOMETRO DIFFERENZIALE DI LESLIE**

*Legno di noce, vetro, legno*  
d. 170; h. 500  
A. Bellani  
1/4 XIX secolo

Un tubo in vetro piegato a forma di U è sostenuto da una base in legno tornito; le estremità del tubo, della medesima lunghezza, terminavano con due ampole in vetro, l'una trasparente, l'altra (mancante) in vetro annerito. Lungo uno dei rami si trova una scala verticale. Il tubo in vetro conteneva probabilmente acido solforico, che era allo stesso livello nei due rami, quando i bulbi erano alla stessa temperatura. Ponendo il bulbo annerito in prossimità di una sorgente di calore, l'aria in esso contenuta si dilata e spinge il liquido che risale nell'altro ramo, indicando la differenza di temperatura nei due bulbi. Simili termometri, ideati dal fisico scozzese John Leslie (1766 - 1832) per rivelare differenze di temperatura anche molto piccole, sono in effetti piuttosto sensibili.

Un sostegno orizzontale in cartone riporta la dicitura *Termometro differenziale di Leslie* e la firma del costruttore Angelo Bellani (1766 - 1852) di Monza.

Dai documenti<sup>6</sup> risulta che il termometro differenziale è stato acquistato nel 1820/22, insieme a due accessori per gli specchi concavi (62/T).

<sup>6</sup> LPSAS, LXIII, 2 novembre 1820.

**18/T**  
**PIROMETRO DI WEDGWOOD***Ottone, metallo, legno**190 × 85; h. 30**Pixii, neveu et successeur de Dumotiez, rue du Jardinot 2, Paris**1/4 XIX secolo*

Un astuccio in legno lucidato, dotato di coperchio scorrevole, racchiude una piastra in ottone sulla quale sono fissate tre guide metalliche. Ogni guida ha una larghezza variabile e porta incise, da un solo lato, una scala delle temperature, da 0 a +240, ottenuta empiricamente, secondo la corrispondenza:

0 = calore rosso;

27 = rame fuso;

32 = oro fuso;

130 = acciaio fuso.

Lo strumento è stato ideato dal ceramista inglese Josiah Wedgwood (1730 – 1795) nel 1782 per soddisfare l'esigenza di rilevare la temperatura dei forni industriali per le ceramiche. Esso si fonda sulla particolare proprietà dell'argilla di contrarsi al crescere della temperatura; al pirometro, infatti, erano annessi dei cilindretti di argilla (oggi mancanti), che venivano posti nella sorgente di cui si voleva misurare la temperatura; estratti poi dal forno, venivano posti fra le guide e fatti scorrere fin dove possibile. La temperatura veniva letta in corrispondenza del punto di arresto.

Data di acquisto 1820/22<sup>7</sup>.<sup>7</sup>LPSAS, LXIII, 15 ottobre 1822.■ **18/T****19/T**  
**DILATOMETRO***Legno di noce, ottone, metallo**295 × 145; h. 300**4/4 XVIII secolo*

Su una tavoletta in noce lucidato, poggiante su quattro piedini d'ottone, sorgono due eleganti colonnine rastremate con base e capitello, tra le quali si trova un piedistallo a base quadrata in legno lucidato.

Tra le colonne è possibile fissare, mediante opportuni perni, una sbarra metallica della quale si vuole osservare la dilatazione lineare causata dal calore. Questo è prodotto dalla combustione di quattro stoppini che fuoriescono da un apposito contenitore rettangolare in ottone, posto sul piedistallo centrale, che può essere abbassato o alzato grazie ad un meccanismo manovrato da una manovella posta sul retro. La sbarra metallica viene fissata tra i due perni, di cui uno è fisso, mentre l'altro costituisce il braccio corto di una leva, il cui secondo braccio è un lungo indice che amplifica la dilatazione subita dalla sbarra su una scala posta alla base della colonna. La scala va da -30 a +100 e il punto 0 è segnato da un giglio di Francia.

Il dilatometro, che gli inventari indicano *Dilatometro di Muschenbroeck*, è stato acquistato nel 1811, probabilmente in Francia<sup>8</sup>.

<sup>8</sup>LPSAS, LXIII, 30 marzo 1811.**20/T**  
**ANELLO DI S'GRAVESANDE***Ferro, legno**d. 105; h. 300; d. foro 42**2/2 XIX secolo*

Un sostegno metallico verticale, fissato ad una base in legno tornito, regge mediante una catenella una sfera in ferro. Un anello, montato su un perno munito di impugnatura, ha il diametro interno uguale a quello della sfera, cosicché, a temperatura ambiente, essa passa attraverso l'anello. Se si sottopone la sfera a riscaldamento, essa si dilata e non può più passare attraverso l'anello.

Lo strumento è costruito secondo il modello ideato dallo scienziato olandese Willem Jacob s'Gravesande (1688 – 1742), professore di filosofia naturale all'università di Leida, che fu tra i primi a servir-

si di strumenti da lui ideati per la spiegazione dei fenomeni fisici.

**21/T**  
**ANELLO CON TRONCO DI CONO***Ferro, legno**l. 310; d. foro 27**2/2 XIX secolo*

Si tratta di un apparecchio simile al precedente, con un tronco di cono al posto della sfera.

**22/T**  
**DILATOMETRO DI KOPP***Legno, vetro, mercurio**80 × 95; h. 280**1/4 XIX secolo*

Lo strumento, di fattura artigianale, è costituito da un tubo capillare, che termina in alto con un imbu-

to e in basso con un grosso bulbo contenente mercurio. Lo strumento misura la dilatazione reale del mercurio.

**23/T**  
**TRONCO DI CONO IN OTTONE***Ottone**d. 120; h. 130**2/4 XIX secolo*

Si tratta di una parte dell'apparato di Hope per dimostrare il massimo di densità dell'acqua.

**24/T**  
**LAMINA BIMETALLICA***Ferro, ottone, zinco**lamina: 500 × 30; recipiente: 630 × 90; h. 105**3/4 XIX secolo*

La barra è formata da due lamine di ferro e di zinco

■ **19/T**

affacciate e saldate; immersa nell'acqua bollente contenuta nel recipiente di cui è corredata, essa si riscalda, evidenziando, incurvandosi, le differenti dilatazioni dei due metalli.

La barra è stata acquistata da Giuseppe Allemano di Torino nel 1865<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 413.

### 25/T PENDOLO A COMPENSAZIONE

*Ottone, ferro, zinco, legno*  
80 × 1200  
2/4 XIX secolo

In un pendolo costituito da un'unica sbarra, la dilatazione dovuta all'aumento della temperatura pro-

### ■ 26/T



duce una variazione del periodo di oscillazione. Per ovviare a questo inconveniente, si sostituisce la sbarra con un sistema di verghe, di due metalli differenti, in modo che le dilatazioni si compensino, cosicché la lunghezza resti costante<sup>10</sup>. Questo modello dimostrativo è costituito da cinque sbarre, tre di ferro e due di zinco, le prime libere di dilatarsi verso il basso, le seconde verso l'alto; alla sbarra centrale è collegato il pendolo. Le sbarre, poi, sono sospese mediante un telaio di ottone, che si appoggia, mediante un cuneo di ferro, ad una scanalatura a forma di V.

<sup>10</sup> A. GANOT, op. cit., p. 223.

### 26/T APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC E THENARD

*Legno, vetro, metallo*  
base 270 × 250; h. 940  
1/4 XIX secolo

L'apparecchio serve alla dimostrazione, alla temperatura ambiente, delle leggi di Dalton, riguardanti le miscele di gas e vapori e, in particolare: che la quantità di vapore che satura un dato volume resta costante a parità di temperatura indipendentemente dalla presenza o meno, nel volume, di un altro gas; che in una miscela di gas, ciascun componente esercita una pressione parziale, come se da solo occupasse tutto il volume a disposizione così che la pressione totale è la somma di tali pressioni parziali.

Un piedistallo in legno lucidato sostiene un grosso tubo in vetro, avente alle estremità due rubinetti; il tubo è in comunicazione con un altro tubo più piccolo, che funge da canna barometrica. A fianco del barometro è fissato un regolo lineare su cui è incisa una scala.

Dopo avere riempito di mercurio il tubo, si avvita in corrispondenza della sua estremità superiore un pallone di vetro preventivamente riempito del gas che si vuole inserire nel tubo. Se si fa defluire dal tubo parte del mercurio, si rende disponibile un dato volume che può essere occupato dal gas. Si regola nuovamente la pressione al valore di quella atmosferica, versando altro mercurio nella canna barometrica. Tolto il pallone e avvitato un particolare rubinetto, è possibile inserire nel tubo il liquido che vaporizzerà nel volume disponibile, fino alla saturazione<sup>11</sup>.

Dai documenti<sup>12</sup> risulta costruito da Pixii di Parigi e acquistato nel 1822 al prezzo di 200 Franchi.

<sup>11</sup> A. GANOT, op. cit., p. 277.

<sup>12</sup> LPSAS, LXIII, 20 marzo 1822.

### 27/T APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC

*Legno, vetro, ottone*  
260 × 220; h. 930  
3/4 XIX secolo

L'apparecchio misura la tensione massima del vapore d'acqua, al di sotto di 0 °C.

Una base rettangolare in legno, munita di quattro

### ■ 27/T



piedi torniti, sostiene una colonna che termina con una piattello rotondo nel quale si incastra un bicchiere d'ottone; anteriormente alla colonna è fissato un regolo lineare in legno diviso in centimetri.

In un alloggiamento apposito della base è inserita una vaschetta in vetro per contenere il mercurio, che reca l'incisione *zero della scala*. Nella vaschetta pescano due tubi barometrici, uno diritto e aperto, l'altro chiuso in alto e incurvato, in modo da pescare all'interno del bicchiere.

Riempendo il bicchiere con una miscela refrigerante<sup>13</sup>, il vapore del tubo che è a contatto con la miscela si raffredda e la sua pressione, che risulta diminuita, è misurabile dal confronto dei livelli del mercurio nella canna contenente il vapore acqueo e nella canna barometrica.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1869<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> A. GANOT, op. cit., p. 254.

<sup>14</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 59 n. 8.

### 28/T TELAIO PORTANTE QUATTRO TUBI BAROMETRICI

*Legno, metallo*  
320 × 130; h. 670  
3/4 XIX secolo

Due colonne in noce a sezione quadrata e unite da un architrave poggiano su una base rettangolare; fra di esse è posta una vaschetta rettangolare di metallo che funge da serbatoio per il mercurio. Nell'architrave si trovano quattro alloggiamenti per altrettanti tubi barometrici (oggi mancanti).

L'esperienza, con la quale si misurano le tensioni dei vapori, consiste nell'immettere in tre tubi, dopo averli riempiti di mercurio e capovolti nella vaschetta, rispettivamente etere, alcool e acqua, fino alla saturazione. Il quarto tubo funge da barometro di riferimento.

Dal confronto del livello del mercurio in ciascun tubo con quello di riferimento si ottengono le tensioni massime di ciascun vapore.

29/T

**APPARECCHIO DI DALTON**

Legno, ottone, vetro, ferro, mercurio  
370 × 280; h. 1000  
3/4 XIX secolo

L'apparecchio serve a determinare la pressione esercitata dal vapore di una data sostanza al variare della temperatura nell'intervallo da 0 °C a 100 °C.

Esso consiste di un grosso tubo in vetro appoggiato al fondo di una casseruola in ferro smaltato, che costituisce il serbatoio per il mercurio.

Due tubi barometrici, riempiti di mercurio, uno dei quali contenente il vapore in esame, sono posti all'interno del tubo di vetro e sono mantenuti in posizione verticale grazie ad un anello metallico, che sorregge anche un termometro. Il tubo in vetro, che si riempie d'acqua, è sostenuto da una colonna in legno fissata ad una base rettangolare ricoperta da una piastra di metallo. Sulla base era appoggiato il fornello (mancante) che doveva riscaldare l'acqua contenuta nel tubo.

L'apparecchio è stato acquistato dal Tecnomasio - Milano nel 1869<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 59 n. 7.

30/T

**IGROMETRO A CAPELLO DI SAUSSURE**

Ottone, metallo, vetro  
90 × 140  
Paris 1838

L'igrometro si fonda sulla proprietà di molte sostanze organiche (come i capelli, le stecche di balena, le unghie) di variare la propria dimensione assorbendo umidità. Lo studioso Horace de Saussure (1740 - 1799) utilizzò i capelli umani per costruire il suo igrometro<sup>16</sup>.

Un capello è fissato da una parte a un telaio in ottone e dall'altra si avvolge in una delle gole di una carrucola; un filo di seta, anch'esso avvolto alla carrucola, ma in senso opposto al capello, sorregge un pesetto che mantiene il capello in tensione. All'asse della carrucola è collegato un indice, la cui estremità ruota su una scala graduata che riporta la dicitura: *Sècheresse - Humidité* e, al di sotto, i valori: 0 - 100. Fa parte dello strumento un termometro a mercurio montato sulla piastra metallica, su cui è incisa la scala Celsius.

■ 30/T



■ 31/T



L'oggetto reca incisa la scritta: *Hygromètre selon Saussure* ed è datato.

<sup>16</sup> A. GANOT, op. cit., p. 284.

31/T

**IGROMETRO DI DANIELL**

Ottone, vetro  
140 × 220  
Dell'Acqua  
1/2 XIX secolo

Questo strumento, che misura l'umidità dell'aria<sup>17</sup>, consiste di un tubo in vetro piegato a forma di U capovolta, con bracci disuguali terminanti con due ampolle: quella più in alto è vuota e rivestita di tessuto, l'altra posta più in basso è annerita e contiene etere; un termometro è immerso nell'etere e occupa parte del tubo sovrastante. Nel tubo non vi è aria, ma solo vapore di etere. Sul piedestallo che sorregge l'apparato è fissato un altro termometro a mercurio. Bagnando la stoffa con etere, questo evapora sottraendo calore ai vapori all'interno che condensano; nell'ampolla annerita evapora allora altro etere, con il conseguente raffreddamento del liquido nel bulbo scuro. Questo abbassamento di temperatura provoca la condensazione sulla parete esterna del vapore d'acqua contenuto nell'aria a contatto dell'ampolla, evidenziando il punto di rugiada, cioè la temperatura di saturazione dell'aria nell'ambiente. Usando opportune tabelle che mettono in relazione la temperatura con le tensioni del vapore saturo, è possibile risalire all'umidità relativa contenuta nell'ambiente dal rapporto fra le tensioni di vapore saturo corrispondenti alla temperatura del bulbo e a quella ambiente.

Questo igrometro potrebbe essere stato donato al Liceo nel 1846 per disposizione testamentaria da Francesco Maccarani (1776 - 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> A. GANOT, op. cit., p. 287.

<sup>18</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

32/T

**PSICROMETRO DI AUGUST**

Legno, ottone, vetro, avorio, stoffa  
d. 100; h. 440  
2/4 XIX secolo

Lo strumento è costituito da due termometri a mercurio, uno dei quali ha il bulbo avvolto in una tela, che può essere inumidita mediante l'immersione in una piccola ampolla piena d'acqua. I termometri sono fissati ciascuno ad una placca d'avorio, che riporta le divisioni della scala Celsius da -15° a +55° e sospesi, mediante due ganci ricurvi, ad un sostegno in legno montato su una base circolare in noce. Al sostegno è fissata anche l'ampolla in vetro per l'acqua. La differenza tra le temperature indicate dai termometri quando si faccia evaporare l'acqua della stoffa, consente di risalire, per mezzo di opportune tabelle, all'umidità relativa dell'aria.

Lo psicrometro è stato acquistato da Dell'Acqua, Milano, nel 1854<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 63 n. 4.

■ 32/T



**33/T****POLIMETRO DI LAMBRECHT***Ottone, vetro, metallo**90 × 50 × 330**G. Eisentraeger – Milano**4/4 XIX secolo*

Lo strumento è costituito da un igrometro a capello con quadrante circolare, sormontato da un termometro a mercurio, il tutto racchiuso in una scatola di rete metallica e vetro. L'igrometro è dotato di un indice mobile su un arco di cerchio, che costituisce una scala per l'umidità relativa dell'aria. Sul quadrante sono riportate le indicazioni dettagliate per ricavare il punto di rugiada con esempi pratici di calcolo; lo strumento si basa infatti sulla corrispondenza tra la temperatura e la tensione massima del vapore acqueo, utilizzando appositi numeri sussidiari.

Il termometro riporta una scala Celsius da  $-20^{\circ}$  a  $+50^{\circ}$  e la scala della tensione massima del vapore acqueo, da 0,6 a 75.

Data di acquisto 1893<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 580.

**34/T****FORMA IN LEGNO DI BOSSO PER IL FENOMENO DEL RIGELO***Legno di mirto**d. 90; h. 55**4/4 XIX secolo*

Due cilindri in legno di mirto combacianti presentano una uguale cavità; introducendovi neve o ghiaccio triturato e sottoponendo i cilindri a forte pressione, mediante un torchio idraulico, si ottiene la formazione di una lente di ghiaccio compatto e trasparente, grazie al fenomeno del rigelo.

L'oggetto è stato acquistato dal Tecnomasio – Milano nel 1880/81<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 217.

**35/T****APPARECCHIO PER SEGNARE IL PUNTO 100 SUI TERMOMETRI***Latta, vetro**d. 170; h. 490**4/4 XIX secolo*

L'apparecchio, che consente di segnare il punto 100 dei termometri, corrispondente al punto di ebollizione dell'acqua, è costituito da un vaso cilindrico di latta, in cui si immette acqua, al di sopra del quale è saldato un tubo dello stesso materiale nel quale può essere infilato il termoscopio. Nella parte inferiore del tubo vi sono un cannello per la fuoruscita del vapore condensato e un tubo di vetro ricurvo che funge da manometro.

**36/T****36/T****IPSOMETRO DI REGNAULT***Metallo**d. 80; h. 410**Tecnomasio – Milano**4/4 XIX secolo*

L'ipsometro è uno strumento basato sul principio che la temperatura di ebollizione dell'acqua, variando con la pressione, varia con l'altitudine. Una volta stabilita la corrispondenza tra temperatura ed altezza, è possibile, nota la temperatura, conoscere anche l'altitudine.

Lo strumento consiste di un bollitore in cui immettere acqua, sovrapposto ad un alloggiamento chiuso da uno sportellino, in cui trova posto un bruciatore ad alcool. Un tubetto che si inserisce nel bollitore contiene il termometro che riporta le divisioni, al decimo di grado, corrispondenti all'intervallo  $90^{\circ}\text{C} - 101^{\circ}\text{C}$ . L'ipsometro era abbastanza diffuso nella seconda metà dell'Ottocento, data la sua maneggevolezza, rispetto soprattutto al barometro a sifone. Lo stesso Henri Victor Régnault (1810 – 1878), chimico e fisico francese, costruì una tabella per l'uso del termometro ipsometrico.

Data di acquisto 1883<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 230.

**37/T****IPSOMETRO PER USO DIDATTICO***Vetro, mercurio**l. 270**3/4 XIX secolo*

Ipsometro per uso didattico, costituito da un tubo di vetro avente nella parte bassa due bulbi contenenti mercurio.

**38/T****PENTOLA DI PAPIN***Bronzo, piombo**d. 110; h. 250**1/4 XIX secolo*

La pentola di Papin è una caldaia a pareti molto spesse, ermeticamente chiusa da un coperchio mantenuto in sede da una grossa vite montata su un supporto a forma di manico. Sul coperchio è

**38/T**

montata una valvola sovrastata da una serie di pesi in piombo, la cui funzione è quella di aumentare la pressione interna alla pentola. L'acqua contenuta nella pentola bolle ad una temperatura superiore a  $100^{\circ}\text{C}$  se è sottoposta ad una pressione superiore a una atmosfera.

La pentola fu inventata da Denis Papin (1647 – 1712) allo scopo di migliorare l'alimentazione delle classi più povere, fornendo loro uno strumento – che egli chiamò “digestore” – per cuocere anche le carni più dure. Il merito di Papin, tuttavia, fu quello di ideare la valvola di sicurezza a leva, che fu largamente utilizzata in seguito, nella costruzione della macchina a vapore.

Dai documenti<sup>23</sup> risulta che la pentola di Papin fu acquistata nel 1821 e che tale apparato era dotato di vari accessori, fra i quali una valvola a molla e una valvola a leva, oggi mancanti.

<sup>23</sup> LPSAS, LXIII 2 febbraio 1827.

**39/T**  
**ALAMBICCO DI SALLERON**

Ottone  
h. 250  
Carlo Erba – Milano  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio serve per la distillazione del vino, necessaria per la determinazione esatta della quantità di alcool contenuto. L'alambicco è costituito da un palloncino, montato sopra un fornello a spirito, nel quale si versa il vino. Il pallone comunica con una serpentina posta in un recipiente sostenuto da un treppiede, in cui si versa acqua fredda. L'estremità della serpentina comunica con l'esterno nella parte inferiore del recipiente, sotto al quale andrebbe posto un contenitore per raccogliere il distillato, sul quale poi effettuare le prove mediante l'alcolometro.  
Data di acquisto 1890<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 226.

**40/T**  
**ALAMBICCO PER LA DISTILLAZIONE DEL MERCURIO**

Vetro, metallo, legno  
430 × 190; h. 600  
1/4 XIX secolo

L'alambicco è formato da un matraccio in vetro, chiuso da un tappo smerigliato, su cui è infilato il tubo di collegamento con una serpentina posta in un grosso bicchiere. Il matraccio è sostenuto da un'asta fissata ad una base rettangolare in legno, sulla quale è montato anche il sostegno per il bicchiere. L'alambicco era destinato alla distillazione del mercurio usato nelle varie esperienze, che perciò poteva contenere acqua o etere o alcool e doveva quindi essere purificato.

**41/T**  
**APPARATO DI TYNDALL PER CALORE SPECIFICO**

Ottone, metalli diversi, cera  
d. 140; h. 110  
4/4 XIX secolo

Questo apparato, ideato dallo scienziato irlandese John Tyndall (1820 – 1893), mostra la diversa

capacità di assorbire calore da parte dei vari metalli. Su un supporto a raggiera sono infilate palline di uguale volume, ma di diverso materiale. Dopo averle riscaldate in modo che raggiungano tutte la stessa temperatura, esse vengono appoggiate su un piatto in ottone ricoperto di cera posto sopra un treppiede. La quantità di cera fusa da ogni pallina è un indice della quantità di calore ceduta dai diversi materiali e quindi assorbita durante la fase di riscaldamento; questa quantità è proporzionale al rispettivo calore specifico.

Nell'inventario si annota che tre sfere di questo apparato furono fuse dal tecnico Bicheri. Dai documenti l'apparecchio risulta fornito dalla ditta Leybold – Colonia nel 1885<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 485.

**42/T**  
**TUBO IN OTTONE PER ESPERIENZA DI TYNDALL**

Ottone  
d. 14; l. 180  
1/4 XX secolo

Il tubetto in ottone riempito di alcool o etere e chiuso ad una estremità si fissa al perno girevole dell'apparecchio rotante, mantenendolo fra le ganasce di una pinza di legno. Il lavoro prodotto per attrito nello sfregamento riscalda la parete del tubetto fino all'ebollizione del liquido contenuto, il cui vapore fa saltare via il tappo.

**43/T**  
**CALORIMETRO DI BUNSEN GEISSLER**

Legno, vetro  
630 × 380  
Ditta AC Zambelli – Torino – Italia  
1/4 XX secolo

Il calorimetro di Bunsen misura il calore ceduto da una data sostanza, per mezzo della variazione di volume conseguente alla fusione del ghiaccio. Uno dei due rami di un tubo ad U è costituito da una grossa ampolla, nella quale è infilata una provetta; l'altro ramo comunica con un tubo orizzontale, che funge da manometro. Il mercurio dovrebbe riempire la base dell'ampolla, il tubo verticale e il capillare del manometro. Per effettuare l'esperien-

za<sup>26</sup>, è necessario riempire preventivamente lo spazio sovrastante il mercurio nell'ampolla con acqua distillata e farla in parte solidificare a contatto della provetta riempita di una miscela frigorifera. L'aumento di volume del ghiaccio determina un abbassamento del livello del mercurio nell'ampolla e un conseguente innalzamento nella canna barometrica. Dopo l'immissione del campione caldo nella provetta, una parte del ghiaccio fonde, e la corrispondente contrazione di volume è registrata dal cambiamento nel livello del mercurio, in misura proporzionale al calore ceduto.  
Data di acquisto 1914.

<sup>26</sup> O. MURANI, op. cit., p. 578.

**44/T**  
**CALORIMETRO AD ACQUA**

Ottone, vetro, legno  
135 × 170; h. 320  
4/4 XIX secolo

Il calorimetro è costituito da due recipienti in ottone, uno dei quali appoggia sopra una base in legno luci-

data, munita di quattro piedini torniti. Alla base è fissata un'asta in ottone con un morsetto ed un'asticciola orizzontale per sostenere il termometro. Completa l'apparecchio un agitatore costituito da un'asta dotata di un anello.

Questo tipo di calorimetro, detto anche delle mescolanze, si utilizza per determinare il calore specifico di una sostanza, per mezzo delle variazioni di temperatura di una massa nota di acqua, quando nel calorimetro si immerga un campione riscaldato della sostanza in esame.

Il calorimetro non è firmato, ma risulta fornito da Tecnomasio – Milano nel 1886<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 491.

**45/T**  
**CALORIMETRO DI LAVOISIER E LAPLACE**

Rame, metallo, legno  
cilindro: d. 500; h. 700 – h. totale 1000  
1/4 XIX secolo

Questo tipo di calorimetro, il primo in ordine storico, fu ideato nel 1780 dagli scienziati francesi

■ **45/T**

Antoine Lavoisier (1743 – 1794) e Pierre Simon Laplace (1749 – 1827); esso è costituito da un doppio vaso in rame, sostenuto da un treppiede e dotato di un coperchio, nel quale si introduce ghiaccio tritato. Nel vaso più interno si trova un terzo vaso bucherellato che ospita il campione da studiare; sia il vaso esterno che l'interno sono dotati di un condotto, munito di rubinetto, per la fuoriuscita dell'acqua proveniente dalla fusione del ghiaccio. La quantità d'acqua che esce dal rubinetto posto alla base del vaso, che comunica con il recipiente più interno, è proporzionale al calore ceduto dal campione.

Il calorimetro è stato acquistato nel 1824/25 dal costruttore Pixii di Parigi, al prezzo di 90 Franchi<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> LPSAS, LXIII, 20 febbraio 1924.

#### 46/T VASI IN RAME

*Rame*  
*d. 100; h. 160*  
*XIX secolo*

Recipiente con il fondo bucherellato e tre ganci per appoggiarlo al bordo di un recipiente; esso contiene un altro vaso in rame con tre aste a raggiera. Probabilmente è parte di un calorimetro.

#### 47/T CASSETTA DI INGENHOUSZ

*Ottone legno, metalli*  
*130 × 380; h. 90*  
*2/4 XIX secolo*

Sulla parete laterale di una cassetta in ottone, provvista di impugnatura di legno, sono fissate sette aste di metalli diversi, che sono ricoperte di cera. Riempendo la cassetta con acqua bollente, il calore si propaga nelle sbarre sciogliendo la cera tanto più rapidamente quanto più il metallo è buon conduttore. Lo strumento fu ideato dallo scienziato olandese Jan Ingenhousz (1730 – 1799), famoso per avere scoperto la fotosintesi.

#### 48/T APPARECCHIO PER DIMOSTRARE LA DIVERSA CONDUCIBILITÀ TERMICA DEI METALLI

*Ottone, bronzo, rame, ferro*  
*d. 100; h. 220; asta l. 360*  
*4/4 XIX secolo*

Un cilindro in ottone munito di tre piedi sorregge tre aste di metalli differenti, al di sotto delle quali vi è una serie di punte, nelle quali possono essere infilate delle palline di cera. Riscaldando le aste, il calore si propaga nelle sbarre tanto più rapidamente quanto più elevata è la conducibilità del metallo, come è evidenziato dallo scioglimento delle palline di cera. Data di acquisto 1885<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> LPS, *Inventario 1955*, n. 205.

#### 49/T APPARATO DI DESPRETZ

*Ferro, legno, ottone*  
*830 × 240; h. 460*  
*Tecnomasio – Milano*  
*4/4 XIX secolo*

L'apparecchio consiste di una sbarra metallica dotata di sei incavi, nei quali possono essere inseriti i bulbi di altrettanti termometri; la sbarra, da un lato, è appoggiata a un piedistallo in legno e, dall'altro, è inserita in un supporto in modo che la sua estremità venga a contatto con una sorgente di calore (ora mancante) che era costituita da una lampada a gas. Lo strumento fu ideato dall'ingegnere francese Marcel Despretz (1843 – 1914), allo scopo di verificare che la diminuzione della temperatura della sbarra è proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente. Data di acquisto 1880/81<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 68 n. 5.

#### 50/T CILINDRI CON MANICO

*Legno, ottone*  
*d. 60; h. 240*  
*4/4 XIX secolo*

Due cilindri, l'uno in legno, l'altro in ottone, sono dotati di un'impugnatura in legno. Dopo aver fissa-

to un foglio di carta su entrambi, essi vengono riscaldati. Si osserva allora che la carta che avvolge il legno brucia rapidamente, mentre quella sull'ottone solo in un secondo tempo, mettendo in evidenza che l'ottone, essendo miglior conduttore del legno, disperde maggiormente il calore. Data di acquisto 1889<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 210.

#### 51/T LUCERNA DI SICUREZZA DI DAVY

*Ottone, ferro, rame*  
*d. 57; h. 260*  
*1/4 XIX secolo*

Un cilindro in ottone costituisce il serbatoio del liquido illuminante, che viene immesso mediante un'apertura laterale ad imbuto, chiusa da un tappo a vite. Lo stoppino della lampada pesca nel serbatoio e la fiamma brucia all'interno di una fitta rete metallica, sostenuta da una ghiera in ottone avvitata al serbatoio.

Questa lucerna sfrutta la buona conduttività della rete metallica, che impedisce al gas che si trova all'esterno della rete di giungere alla temperatura di accensione; essa fu inventata nel 1815 da Humphry Davy (1778 – 1829) per diminuire il rischio di esplosioni nelle gallerie delle miniere. Dai documenti<sup>32</sup> risulta acquistata nel 1822 dal catalogo Pixii al prezzo di 6 Franchi.

<sup>32</sup> LPSAS, LXIII 20 marzo 1822.

#### 52/T VASO DI DEWAR

*Vetro, legno*  
*base: 30 × 130; h. 210*  
*1/4 XX secolo*

Il vaso di Dewar è costituito da un'ampolla a doppia parete, sostenuta da un piedistallo in legno annerito. Fra le pareti dell'ampolla c'è il vuoto, per ridurre la trasmissione del calore tra interno ed esterno. Il recipiente fu inventato dal chimico-fisico James Dewar (1842 – 1923) allo scopo di conservare i gas liquefatti e fu commercializzato con il nome di "thermos" nei primi anni del 900. Data di acquisto 1911.

#### 51/T



#### 53/T SPECCHI USTORI

*Ottone, legno di noce*  
*d.430; h. 1170*  
*2/4 XIX secolo*

Su due treppiedi in legno di noce sono montati due sostegni sfaccettati sui quali si fissano due specchi concavi in ottone. Uno dei sostegni presenta, al di sotto dello specchio, un'asta orizzontale per il posizionamento degli accessori. Dai documenti<sup>33</sup> risulta che, oltre ai cubi di Leslie (54/T), completavano questo apparato:

- quattro asticchie in ottone:
  - una terminante con una pinzetta (per sostenere, per esempio, un eventuale pezzo di materiale da incendiare);
  - una terminante con un piano in legno;
  - una terminante con una capsuletta metallica;
  - una terminante con un vaso di rete di ferro per contenere del carbone ardente;

- una palla di ferro annessa ad un bastone di ferro con manico in legno;
- tre diaframmi in cartone montati in cornici di legno (32/O).

Questo apparato serviva per lo studio della propagazione dell'energia raggiante<sup>34</sup>; ponendo ad esempio una sorgente nel fuoco di uno degli specchi, i raggi provenienti dalla sorgente sono resi paralleli nella riflessione sulla superficie concava dello specchio. Questi, giungendo all'altro specchio, vengono concentrati nel suo fuoco ed il fenomeno è rilevabile, per esempio, dalla combustione di un'esca posta in corrispondenza di questo punto.

<sup>33</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 67 n. 1.

<sup>34</sup> A GANOT, op. cit., p. 317.

#### ■ 53/T



#### ■ 54/T



#### 54/T

##### **CUBI DI LESLIE**

*Ottone, legno*  
120 × 120; h. 250  
1/4 XIX secolo

Due cilindri in legno tornito, appoggiati su una base a forma di parallelepipedo, sostengono un piattello quadrato al quale sono appoggiati due cubi cavi in ottone, muniti di coperchio. Le facce laterali di uno dei due cubi hanno al centro un foro chiuso da un tappo. I cubi, riempiti di acqua bollente, costituiscono delle sorgenti di calore. Utilizzando un termometro differenziale e uno specchio concavo se ne studia il potere emissivo nei casi in cui le facce laterali siano mantenute pulite e levigate oppure ricoperte da nerofumo. Risulta dai documenti che i cubi di Leslie furono acquistati a completamento degli specchi concavi, inventariati con il numero 53/T<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 67 n. 1.

#### 55/T

##### **PIROELIOMETRO DI POUILLET**

*Metallo, vetro*  
d. 340; h. 490  
4/4 XIX secolo

Un sostegno montato su un treppiede in ferro regge, mediante un giunto snodabile, un supporto orizzontale al quale sono fissati: una scatola cilin-

drica di metallo annerito, nella quale è possibile introdurre una massa nota di acqua; un tubo contenente un termometro con scala Celsius, il cui bulbo pesca nella scatola; un disco parallelo alla scatola e di diametro uguale al fondo, posto all'estremità opposta del tubo. L'apparecchio misura la quantità di calore irradiata dal Sole, quando lo si ponga in modo tale che la scatola contenente acqua riceva i raggi del sole in modo diretto o indiretto. Le differenze di temperatura della massa nota d'acqua, rilevate dal termometro, consentono di risalire al calore irradiato dalla sorgente. L'apparecchio risulta fornito dal Tecnomasio - Milano nel 1887<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 493.

#### ■ 55/T



#### 56/T

##### **RADIOMETRO DI CROOKES**

*Vetro, metallo*  
h. 250  
3/4 XIX secolo

Un bulbo di vetro dotato di una base circolare contiene un mulinello, costituito da sottili palette in metallo, aventi una delle due facce annerite e libero di ruotare fra due punte. Nel bulbo l'aria è molto rarefatta.

Avvicinando il radiometro a una sorgente luminosa, il mulinello si pone in rotazione.

Lo strumento fu ideato nel 1873 dal fisico britannico William Crookes (1832 - 1919) e la spiegazione del fenomeno osservato, fornita all'epoca della sua costruzione<sup>37</sup>, si fondava sulla supposizione che le molecole d'aria, urtando contro la faccia annerita più calda, ne fossero respinte con una velocità maggiore rispetto a quella delle molecole urtanti la faccia chiara. Da tali differenze di velocità avrebbe origine l'impulso alla rotazione del mulinello. Il radiometro è stato acquistato dal Tecnomasio nel 1876<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> O. MURANI, op. cit., p. 224.

<sup>38</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 242.

#### 57/T

##### **EOLIPILA DI ROTAZIONE**

*Ottone, legno*  
170 × 100; h. 200  
3/4 XIX secolo

Le eolipile sono strumenti dimostrativi che sfruttano la forza propellente del vapore acqueo ad alta temperatura, per ottenere il movimento; la prima eolipila è attribuita a Erone di Alessandria (II secolo d.C.), ma fu necessario attendere fino alla fine del Settecento perché la forza propulsiva del vapore potesse essere sfruttata in grandi apparati quali le macchine a vapore.

Questa eolipila è costituita da una sfera cava di ottone, chiusa in alto da un beccuccio munito di tappo dotato di due ugelli contrapposti; la sfera è sorretta da un telaio in ottone montato su una base rettangolare munita di quattro piedini ed è libera di ruotare intorno ad un asse verticale. Dopo avere riempito la sfera di acqua, la si riscalda portandola all'ebollizione; il vapore, uscendo dagli ugelli, imprime alla sfera un moto rotatorio.

**58/T**  
**EOLIPILA A REAZIONE**

Ottone  
180 × 70; h. 110  
2/4 XIX secolo

Un carretto montato su quattro ruote sorregge il serbatoio per l'acqua che ha la forma di un mortaio, ma la bocca chiusa da un tappo. Al di sotto del cannone, un fornellino a spirito munito di stoppini, serve a riscaldare l'acqua contenuta nel mortaio. Questo modello di eolipila dimostra la forza di reazione del vapore che, prodotto dall'ebollizione dell'acqua e compresso nel serbatoio, spara lontano il tappo mentre il carretto si muove in direzione opposta. Il Catalogo metodico<sup>39</sup>, accanto all'uso descritto

sopra, aggiunge: *Questo apparato serve anche ad uso di pistola di Volta al quale oggetto vi è unito un piccolo congegno da applicarsi al mortaio per far saltare la scintilla all'interno.*

-----  
<sup>39</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 61 n. 2.

**59/T**  
**EOLIPILA A GETTO SEMPLICE**

Rame, ferro  
d. 105; h. 240  
2/4 XIX secolo

Questa eolipila è una sfera di rame munita di un ugello ricurvo e sostenuta da un anello fissato a tre piedi metallici. Il Catalogo metodico<sup>40</sup> la descrive

*adatta a dimostrare la forza espansiva del vapore e anche la sua attitudine ad accrescere l'attività della combustione.*

-----  
<sup>40</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 61 n. 1.

**60/T**  
**PISTONE A VAPORE**

Metallo, legno  
d. 20; l. 160  
1/4 XX secolo

L'apparecchio è formata da un cilindro di metallo dotato di manico in legno e chiuso da un pistone. Negli inventari è indicato *Apparecchio di Boutigny per l'esperienza di Leidenfrost* e infatti rende evidente la calefazione. L'esperienza di Leidenfrost e Boutigny permette di mostrare le proprietà dello stato sferoidale dell'acqua. Quando ad esempio si getta un poco d'acqua su di una piastra rovente, essa resta liquida e assume la forma di una sferetta danzante e non tocca la piastra poiché avvolta da una camicia di vapore. Se la temperatura della piastra diminuisce, la goccia evapora violentemente. Versando acqua nel cilindro arroventato, questa assume lo stato sferoidale, ma, diminuendo la temperatura del cilindro, essa evapora spingendo violentemente il pistone. Data di acquisto 1913.

**61/T**  
**MODELLO DI MACCHINA A VAPORE DI WATT**

Legno, zinco, ferro, ottone, rame, marmo  
450 × 550; h. 530  
Car. Grindel - Milano  
2/4 XIX secolo

Su una base in legno montata su quattro piedi torniti sono fissati gli elementi che compongono la macchina a vapore; la forza motrice del vapore prodotto dalla caldaia (un bollitore in rame con valvola di sicurezza a leva) è sfruttato per muovere una piccola macina in marmo. Gli elementi che compongono la macchina sono in ottone e ferro. Su un lato della base in legno sono montati il cilindro e la scatola di distribuzione, collegata al bollitore da cui proviene il vapore compresso; l'ingresso del vapore è modulato da un regolatore di Watt;

il movimento del pistone nel cilindro è trasmesso mediante una leva a bracci uguali, il bilanciante, ad un sistema di biella-manovella che è fissata sull'asse generale della macchina, in modo da trasformare il movimento alternativo del pistone in movimento continuo del volano. All'albero motore sono collegati, mediante un apposito deviatore, una serie di ingranaggi che trasmettono a loro volta il movimento alla macina. Al di sotto della base in legno è alloggiato un cassetto che raccoglie il vapore condensato.

L'apparato, costruito da Carlo Grindel (1780 - 1854), meccanico dell'Osservatorio Astronomico di Brera e firmato in corrispondenza del cilindro, è stato acquistato nel 1836<sup>41</sup>.

-----  
<sup>41</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 169.

**62/T**  
**MODELLO IN SEZIONE DEL CASSETTO DI DISTRIBUZIONE DELLA MACCHINA A VAPORE**

Legno, ottone, cuoio  
90 × 300  
2/4 XIX secolo

Su una tavoletta rettangolare in legno è montato in sezione il cassetto di distribuzione della macchina a vapore con biella, manovella e stantuffo. Il modello risulta fornito da Dell'Acqua - Milano<sup>42</sup>.

-----  
<sup>42</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 170.

**63/T**  
**MODELLO DI MACCHINA A VAPORE**

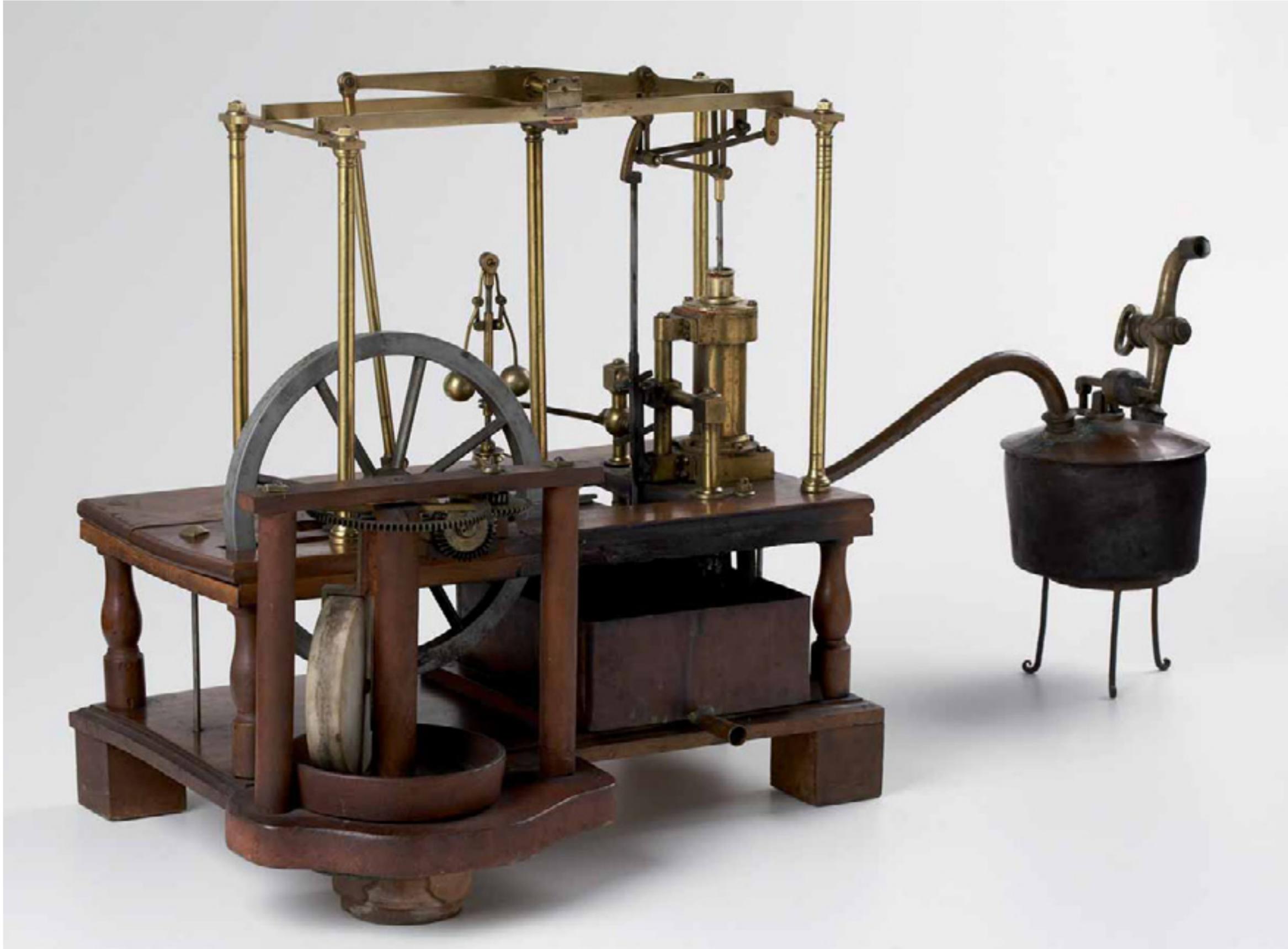
Latta  
300 × 280; h. 400  
BW Bavaria  
1/4 XX secolo

In questo modello, la forza del vapore prodotto dalla caldaia è sfruttato per azionare una macchina a vapore a cilindro orizzontale il cui asse è collegato ad una piccola dinamo capace di produrre la corrente elettrica necessaria ad illuminare una lampadina posta al centro della piattaforma.

■ 57/T - 58/T - 59/T



■ 61/T





OTTICA

01/O

**FOTOMETRO DI BUNSEN***Legno, ottone**2090 × 90; h. 240**Longoni e Dell'Acqua**3/4 XIX secolo*

Due guide in legno, sulle quali è incisa una scala graduata, sostengono tre telai mobili, su ciascuno dei quali è fissato un piedistallo in legno tornito, dotato di un indice che scorre sulla scala graduata. Uno dei piedistalli laterali porta la sorgente luminosa di intensità nota, l'altro la sorgente da analizzare (in questo caso si tratta di lampade ad incandescenza) secondo il metodo ideato dal fisico tedesco Robert Bunsen (1811 – 1899). Il piedistallo centrale sorregge due specchi mobili montati su un cerchio graduato e, al centro, un telaio nel quale è teso un foglio di carta traslucida con al centro una goccia di stearina. La posizione delle due sorgenti rispetto allo schermo centrale di carta può essere variata, così da variare l'intensità luminosa di ogni sorgente che incide sullo schermo. Dato che la macchia ha un potere diffusivo minore del resto della carta, essa appare più scura della carta stessa, se osservata dalla parte in cui l'intensità luminosa è maggiore, più chiara invece se è maggiore l'intensità della sorgente posteriore, perché la macchia è più trasparente della carta. Gli specchi sono regolabili in modo da rendere contemporaneamente visibili sia l'immagine anteriore, sia

quella posteriore della macchia.

E' così possibile regolare la distanza di una sorgente in modo da far scomparire la macchia, condizione che si verifica quando l'intensità delle due sorgenti è la medesima. Si dimostra in tal modo la proporzionalità inversa dell'intensità delle sorgenti con il quadrato della distanza.

Il fotometro è stato acquistato nel 1867<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 72, n. 1.

02/O

**FOTOMETRO DI WHEATSTONE***Ottone**d. 85; h. 320**3/4 XIX secolo*

L'apparecchio consta di una scatola cilindrica in ottone, montata sopra un piedistallo dello stesso metallo con base circolare zavorrata. Una pallina in ottone lucidato è fissata in modo eccentrico ad una piccola ruota dentata, azionata da una manovella posta sul lato opposto della scatola. La piccola ruota si ingrana sulla circonferenza della scatola, il cui fondo è annerito.

Nel suo movimento rapido, che è contemporaneamente di rotazione su sé stessa e di rivoluzione lungo il contorno della scatola, la pallina riflette la luce proveniente da una opportuna sorgente. A causa della persistenza dell'immagine sulla retina,

sul fondo della scatola si vede una linea epicicloide luminosa, tanto più intensa, quanto più è vicina la sorgente

Se posto tra due sorgenti, il fotometro mostra le linee corrispondenti ad entrambe e consente di valutare, pur senza elevata precisione, l'intensità relativa delle sorgenti.

Questo tipo di fotometro fu inventato dal fisico inglese Charles Wheatstone (1802 – 1875) intorno al 1820.

L'apparecchio non è firmato, ma risulta fornito dal Tecnomasio di Milano nel 1871<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 450.

03/O

**SPECCHIO PIANO***Argento, legno di noce, ottone**340 × 250**3/4 XIX secolo*

Specchio piano costituito da una lastra d'argento a contorno ellittico con cornice e coperchio incernierato in legno di noce.

04/O

**SPECCHIO CONVESSO***Vetro, legno, ottone**d. specchio 150; h. 360**3/4 XIX secolo*

Uno specchio convesso di vetro argentato è montato in una cornice di legno annerito ed è imperniato agli estremi di un suo diametro, mediante due viti, ad un supporto a semicerchio in ottone. Il supporto è fissato ad un piedistallo in noce tornito con base circolare.

Lo specchio convesso produce immagini riflesse virtuali, rimpicciolite e diritte.

Data di acquisto 1857<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 74, n. 12.

02/O



05/O - 04/O



01/O



05/O

**SPECCHIO CONCAVO**

Vetro, legno  
d. specchio 130; h. 360  
3/4 XIX secolo

Uno specchio concavo di vetro argentato è montato mediante un profilo in ottone in una cornice di legno annerito, la quale è fissata, per mezzo di un'asta in ottone, ad un piedistallo in noce tornito. Lo specchio è rotto.

06/O

**SPECCHIO A DUE FACCE**

Vetro, metallo  
d. 160  
1/4 XX secolo

Specchio a due facce, l'una piana, l'altra convessa; è racchiuso in una cornice di metallo alla quale è fissata un'asta cilindrica, che può essere infilata in un piedistallo opportuno.

07/O

**SPECCHI AD ANGOLO SU TAVOLA DI LEGNO**

Legno, vetro, metallo  
440 × 240; specchi 200 × 130  
3/4 XIX secolo

Una tavoletta di legno, sulla quale è inciso un semicerchio graduato presenta nel centro l'alloggiamento per il perno di un insieme di due specchi incernierati. L'apparato serve a dimostrare la molteplicità delle immagini formate da due specchi montati ad angolo.

08/O

**SPECCHIO METALLICO PER ANAMORFOSI**

Acciaio, legno  
d. 65; h. 220  
3/4 XIX secolo

Specchio cilindrico metallico a forma di colonna con piede e cappello in legno annerito per anamorfosi. Lo specchio doveva essere corredato da immagini su cartone – oggi perdute – che appaiono deformate alla visione diretta, ma perfettamente leggibili se riflesse dallo specchio cilindrico.

10/O



09/O

**APPARECCHIO DI SILBERMANN**

Ottone, ghisa, vetro, metallo  
d. 390; h. 585  
3/4 XIX secolo

Un treppiede in ghisa, munito di viti regolabili, porta una colonna sulla quale è fissato un cerchio graduato in quadranti di 90° ciascuno, al centro del quale era possibile applicare uno specchio o una vaschetta semicircolare di vetro, ora rotta.

Al centro, posteriormente, sono imperniati due bracci in ottone, alle cui estremità possono essere applicati diversi accessori, quali uno specchio, una sorgente luminosa o una lastra di vetro traslucido. L'apparecchio serve a visualizzare i fenomeni della riflessione e della rifrazione dei raggi luminosi. Acquistato da Dall'Acqua di Milano nel 1864<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 74, n. 13.

10/O

**PRISMI EQUILATERI IN CRISTALLO**

Cristallo  
l<sub>1</sub> 150 × l<sub>2</sub> 240; lato 32  
4/4 XVIII secolo

Coppia di prismi equilateri in cristallo, con le estremità molate.

Utilizzati per mostrare i fenomeni della dispersione della luce, appartengono alla collezione del Gabinetto di Fisica del Collegio Mariano, come risulta dall'inventario del 1793<sup>5</sup>, in cui si specifica che si tratta di un dono *del signor Bresciani*.

<sup>5</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

11/O

**PRISMA EQUILATERO CON SOSTEGNO**

Vetro crown, ottone  
base: d. 100, h. 300; prisma: lato 32, l. 130  
3/4 XIX secolo

Il prisma equilatero in vetro crown è montato, mediante un supporto girevole a forma di L, sopra un sostegno a colonna in ottone con base circolare. L'apparato serve a mostrare la dispersione di un fascio di luce bianca nei colori componenti.

12/O

**POLIPRISMA CON SOSTEGNO**

Ottone, vetro  
base d. 110, h. 320; prisma: lato 45, l. 65  
Allemano – Gastaldi, Torino  
3/4 XIX secolo

Una serie di sei prismi equilateri di vetri diversi uniti tra loro mediante un mastice opportuno è montato, mediante un supporto girevole a forma di L, sopra un sostegno a colonna in ottone con base circolare zavorrata.

Il prisma viene utilizzato per mostrare la relazione tra l'indice di rifrazione dei diversi vetri e la disper-

sione di un fascio di luce incidente che, attraversando gli strati di vetro, produce spettri di differente estensione, a seconda dell'indice di rifrazione della sostanza.

Sul sostegno del poliprisma è inciso il nome del fornitore Allemano – Gastaldi, Torino.  
Data di acquisto 1865<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 410.

13/O

**POLIPRISMA PER LIQUIDI**

Vetro, ottone  
base: d. 100, h. 350; prisma: lati 45, l. 120  
3/4 XIX secolo

Poliprisma equilatero per liquidi, composto da sei scomparti in vetro montati, mediante un sostegno a forma di U, sopra una colonna in ottone con base circolare zavorrata. Ogni scomparto può essere riempito con liquidi differenti, così da mostrare le diverse dispersioni che subisce un fascio di luce incidente a causa del potere rifrangente dei liquidi. Il prisma è stato acquistato da Dall'Acqua<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 79, n. 9.

12/O - 13/O - 11/O



#### 14/O PRISMI INCERNIERATI IN OTTONE

*Cristallo, ottone*  
55 × 35; h. 20  
1/4 XIX secolo

In un astuccio in pelle è custodito un piccolo prisma composto da tre prismi – quello centrale crown, i laterali in vetro flint – incorniciati in ottone ed incernierati lungo la base del prisma centrale, per mostrare il fenomeno dell'acromatismo. Quando i tre prismi sono sovrapposti, essendo montati in senso opposto, i loro effetti si compensano, cosicché il fascio di luce risulta deviato nel senso determinato dal vetro crown, ma non disperso. Il sistema perciò è acromatico, perché la luce, passando attraverso i tre prismi, viene deviata ma non scomposta.

#### 15/O PRISMA RETTANGOLARE IN VETRO CROWN

*Vetro, ottone*  
lato 40; h. 64  
presumibilmente 4/4 XIX secolo

Piccolo prisma rettangolare in vetro crown montato in una cornice di ottone provvista nella parte superiore di una vite per fissare il prisma ad un supporto. Il prisma serve alle esperienze sulla riflessione totale: un fascio di luce incidente su uno

dei cateti penetra nel prisma, viene riflesso sull'ipotenusa ed esce dal prisma perpendicolarmente al secondo cateto. Sulla base è leggibile la dicitura "CROWN".

#### 16/O PRISMA RETTANGOLARE

*Cristallo*  
l. 65  
3/4 XIX secolo

Prisma rettangolare in cristallo, scheggiato, con una faccia abbinata ad una lente convessa; probabilmente apparteneva ad una camera oscura.

#### 17/O PRISMA A SOLFURO DI CARBONIO

*Vetro, solfuro di carbonio*  
lato 65; h. 135  
1/4 XX secolo

Bottiglia a sezione triangolare equilatera con tappo smerigliato, utilizzata in sostituzione dei prismi di vetro, grazie all'alto potere dispersivo del solfuro di carbonio in essa contenuto. Il liquido, inoltre, presenta proprietà omogenee, a differenza del vetro, che per le difficoltà connesse con la sua fabbricazione contiene spesso bolle e impurità. Data di acquisto 1908<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 322.

#### 18/O VASCHETTA TRIANGOLARE

*Vetro, ottone*  
lato 330; h. 120  
2/4 XIX secolo

Una vaschetta di forma triangolare equilatera, con fondo in ottone e pareti costituite da tre lamine di vetro montate in ottone, viene riempita di liquido, fungendo così da prisma ottico per studiare i fenomeni di dispersione e di rifrazione della luce attraverso i liquidi.

#### 22/O - 21/O



#### 20/O APPARATO DIDATTICO PER COSTRUIRE L'ANGOLO DI RIFRAZIONE

*Legno*  
400 × 700  
Benetti A.  
1/4 XX secolo

Tavola in compensato, suddivisa in quattro settori. Al centro sono fissate delle asticchie graduate e snodabili che simulano il percorso dei raggi luminosi nel passaggio da un mezzo ad un altro. Una tabella riporta gli angoli limite di alcune sostanze e alcuni indici di rifrazione.

Lo strumento è stato costruito e firmato dal prof. Annibale Benetti, docente di fisica al Liceo Sarpi dal 1888 al 1923.

#### 21/O LENTE CONVERGENTE

*Vetro, ottone*  
d. lente 80; h. 360  
3/4 XIX secolo

Lente piano-convessa montata in una cornice di ottone ed impernata agli estremi di un suo diametro ad un supporto, così da risultare mobile. Il supporto è fissato ad un piedistallo in ottone con base circolare zavorrata.

#### 22/O LENTE CONVERGENTE

*Vetro, ottone*  
d. lente 80; h. 360  
3/4 XIX secolo

Una lente biconvessa con forte curvatura è inserita in una cornice di ottone. Lungo un suo diametro è fissata mediante due viti ad un supporto a U, in modo tale che possa ruotare intorno a tale diametro. Il supporto è a sua volta inserito in un piedistallo in ottone con base circolare zavorrata.

#### 19/O VASCHETTA RETTANGOLARE

*Ottone, vetro*  
320 × 160; h. 120  
2/4 XIX secolo

La vaschetta a forma di parallelepipedo rettangolo in ottone ha due pareti opposte in vetro e due in metallo. Sulle pareti in ottone sono inserite due lenti concavo-convexe, per esperienza sui fenomeni di rifrazione nei liquidi e per la teoria delle lenti.

#### 14/O



23/O

**LENTE CONVERGENTE SU BASE IN OTTONE**

*Vetro, ottone*  
d. lente 120; h. 410  
1/4 XX secolo

Una colonnina d'ottone con base circolare zavorrata regge una lente biconvessa, con fuoco di 30 cm circa, montata in una cornice metallica. La lente è fissa. Data di acquisto 1912<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 336.

24/O

**LENTE CONVERGENTE SU SOSTEGNO IN LEGNO**

*Vetro, legno, metallo*  
d. lente 140; h. 420  
3/4 XIX secolo

Un sostegno in legno tornito ed annerito regge una lente biconvessa, con fuoco di circa 50 cm, montata in una cornice di legno scuro. La lente è fissa, ma il sostegno può essere alzato o abbassato. Data di acquisto 1901<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 335.

25/O

**LENTE QUADRUPPLICANTE**

*Cristallo, legno*  
d. lente 60; h. 200  
3/4 XIX secolo

Una lente di cristallo, da un lato piana e dall'altro a forma di piramide quadrilatera, è montata in una cornice di legno tinto in nero fornita di impugnatura. La lente produce immagini quadruplicate.

26/O

**LENTE DUPLICANTE**

*Vetro, legno*  
d. lente 60; h. 200  
3/4 XIX secolo

La lente in cristallo, da un lato piana e dall'altro a forma di prisma ottusangolo, è montata in una cornice di legno nero dotata di manico. La lente fornisce immagini duplicate.

■ 25/O - 26/O - 27/O



27/O

**LENTE MOLTIPLICANTE**

*Cristallo, legno*  
d. lente 120; h. 280  
3/4 XIX secolo

In una cornice di legno tinto in nero con impugnatura, è montata una lente piana da un lato e convessa dall'altro. La superficie convessa è sfaccettata, così da produrre la moltiplicazione delle immagini.

28/O

**LENTI E PRISMI IN CRISTALLO**

*Cristallo*  
d. lenti 80; l. prismi 220  
3/4 XIX secolo

Collezione di lenti e prismi per esperienze di ottica, alloggiata su un'apposita tavoletta in legno foderata in velluto. Essa è composta da:

- quattro lenti senza montatura: due piano-convesso, una biconcava, una concavo-convessa;
- tre prismi equilateri (uno è rotto);
- una lente conica (29/O).

29/O

**LENTE CONICA**

*Cristallo, legno, metallo*  
d. lente 50; l. 120  
3/4 XIX secolo

Piccola lente conica circondata da un anello metallico, e fornita di un'impugnatura in legno tornito. Questo apparato fa parte della collezione 28/O. La lente serve alla produzione di un arcobaleno artificiale: orientando il vertice del cono verso la sorgente di luce bianca, si genera uno spettro circolare, simile all'arcobaleno. La lente è ora staccata dal suo supporto e scheggiata.

30/O

**PORTALENTE CON DUE LENTI INTERCAMBIABILI**

*Ottone, vetro*  
d. 180; h. 340  
1/4 XX secolo

In un anello di metallo sono inserite da parti opposte due aste cilindriche, una delle quali è fissa, l'altra è mobile e regolabile in altezza. All'estremità delle aste vi è un supporto per sostenere lenti circolari di diverso diametro.

31/O

**FENDITURA A FORMA DI FRECCIA**

*Ottone, metallo*  
d. 170  
XX secolo

Uno schermo metallico circolare annerito, montato su un semplice supporto, presenta al centro una fenditura a forma di freccia. Come l'apparato precedente, esso fa parte di un banco ottico ormai scomparso e serve a visualizzare le immagini prodotte da specchi e lenti, oppure ad eseguire esperienze con la macchina da proiezione.

32/O

**SCHERMI**

*Legno, cartone*  
380 × 380; 525 × 525  
XIX secolo

Schermi in cartone chiaro da un lato e nero dall'altro, montati in una cornice in legno. Sono probabilmente accessori degli specchi concavi 53/T, ma servono anche per la visualizzazione delle immagini prodotte da specchi e lenti.

33/O

**SCHERMI**

*Legno di noce, cartone*  
d. 135; h. 260  
XIX secolo

Due supporti in legno di noce tornito con base circolare zavorrata sorreggono due schermi in cartone per esperienze di ottica.

34/O

**LASTRA IN VETRO ROSSO**

*Vetro colorato*  
130 × 200  
4/4 XIX secolo

Lastra in vetro rosso che serve da filtro colorato.

35/O

**FILTRI COLORATI**

*Vetro, legno, ottone*  
220 × 76; 110 × 80  
4/4 XIX secolo

In due tavolette in legno sono inseriti, mediante un profilo in ottone, nell'una tre dischi di vetro colorato (rosso, verde, giallo, diametro 35 mm), nell'altra un disco rosso (diametro 30 mm) ad uso di filtri. Data di acquisto 1897<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 374.

### 36/O SPETTROSCOPIO A VISIONE DIRETTA

Metallo  
d. 32; l. 360  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da un tubo in ottone montato sopra un'asta mobile sostenuta da un treppiede in ghisa. Una estremità del tubo è chiusa da un coperchio obliquo in cui è praticata una piccola apertura rettangolare. All'interno di questo tappo è alloggiato un prisma, la cui posizione è regolabile per mezzo di una vite posta al di sotto del tubo. Alla estremità opposta è inserito un tubo telescopico chiuso da una fenditura regolabile mediante una vite micrometrica, davanti alla quale si pone la sorgente da analizzare. La luce collimata dalla fenditura incide sul prisma, viene dispersa e lo spettro prodotto è osservabile direttamente attraverso l'apertura posta nella parte opposta del tubo. Negli inventari l'apparecchio è indicato *Spettroscopio a visione diretta di Mousson*. Data di acquisto 1899<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 584.

### ■ 37/O



### 37/O SPETTROSCOPIO

Metallo, cristallo  
l. max 360; h. 290  
1/4 XX secolo

Un treppiede di ghisa sostiene una colonna sulla quale è posto un piattello che regge un prisma equilatero. Tre anelli montati sulla colonna reggono il cannocchiale, il collimatore e un terzo tubo porta scala. Il cannocchiale è munito di un obiettivo e di un disco che funge da schermo; il collimatore termina con una fenditura che può essere regolata mediante una vite micrometrica; il terzo tubo contiene una lente che invia la radiazione proveniente da una sorgente di riferimento al prisma. Completano l'apparecchio otto bottigliette contenenti cloruri metallici. Lo spettroscopio è stato quindi acquistato per l'analisi spettrale delle sostanze<sup>13</sup>. Infatti se si brucia sulla fiamma di un becco Bunsen una delle sostanze, e si fa incidere sul collimatore la luce che da essa si sprigiona, il fascio risulta deviato dal prisma e giunge al cannocchiale sovrapposto ad uno spettro e ad una

scala di riferimento proveniente dal tubo comparatore e che consente la misura della distanza relativa delle righe dello spettro. Dall'analisi delle righe spettrali è possibile risalire alla composizione chimica della sostanza.

Data di acquisto 1929<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> A. GANOT, op. cit., p. 412.

<sup>14</sup> LPS, *Inventario 1955*, n. 314.

### 38/O FENDITURA REGOLABILE

Metallo  
d. 190  
1/4 XX secolo

Uno schermo metallico circolare su un semplice supporto da banco ottico, presenta al centro una fenditura, i cui bordi sono regolabili mediante una vite micrometrica.

Serve nelle esperienze sull'interferenza e la diffrazione della luce.

Data di acquisto 1929.

### 39/O FENDITURA REGOLABILE CON VITE MICROMETRICA

Ottone  
h. 350  
ing. Luigi Longoni, Tecnomasio - Milano  
3/4 XIX secolo

Una colonna in ottone con base circolare zavorrata sostiene una piastra rettangolare in ottone con un'ampia fenditura, pure rettangolare, i cui bordi sono costituiti da due sottili lamine affiliate. La posizione di una delle due lamine è regolata mediante una vite micrometrica con tamburo graduato, recante 100 divisioni; ogni giro completo del tamburo corrisponde ad un avanzamento della vite di 1 mm.

Sopra il tamburo è montato orizzontalmente un disco più piccolo recante 10 divisioni. Ad ogni giro completo del tamburo verticale, un piccolo perno sul retro fa scattare una molla che costringe l'indice (mancante) a muoversi di una divisione sul disco orizzontale.

Un'altra vite posta al di sotto della piastra consente di regolare l'inclinazione, rispetto alla verticale, della seconda lamina, così da ottenere una fenditu-

### ■ 39/O



ra sottile e a bordi paralleli, tale da permettere di osservare la diffrazione della luce scoperta dal fisico italiano Francesco Grimaldi (1618 - 1663). Dagli inventari questo strumento, denominato *Apparecchio di Grimaldi* risulta acquistato nel 1870<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 87, n. 1.

### 40/O APPARATO PER ESPERIENZE DI OTTICA FISICA

Metallo, vetro, legno  
Off. Galilei Firenze - matr. n° 163895  
1/4 XX secolo

In una cassetta di legno sono contenuti diversi dispositivi da montare su un banco ottico per effet-

tuare esperienze di ottica fisica. Essi sono: una lente sferica; una fenditura a bordi paralleli; una fenditura a bordi divergenti; una serie di fori; due reticoli; un diaframma con due fenditure; un supporto per fili; un ago; un biprisma di Fresnel.

41/O

#### APPARATO PER OTTENERE GLI ANELLI DI NEWTON

Ottone, vetro, metallo  
d. 70; h. 40  
3/4 XIX secolo

Un telaio in ottone, sostenuto da tre viti livellanti, racchiude un disco di vetro e una lente convessa di grande curvatura che imprigionano un sottilissimo strato di aria. La luce riflessa dalla superficie superiore della lente interferisce con quella che, attraversata la lente e il sottile strato d'aria, è riflessa dalla superficie superiore del disco di vetro. La figura di interferenza che si produce è un insieme di anelli concentrici chiari e scuri, la cui ampiezza

■ 43/O



e posizione dipende dallo spessore dello strato d'aria intrappolato fra lente e disco. Tale spessore è regolato dalle tre viti poste sul telaio.

L'oggetto è stato acquistato da Allemano-Gastaldi, Torino, nel 1865<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 411.

42/O

#### POLARIZZATORE A DOPPIA RIFRAZIONE

Metallo, cristallo  
d. 70  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da una lamina di spato d'Islanda (calcite o carbonato di calcio  $\text{CaCO}_3$ ), racchiuso in una cornice di metallo. Un supporto verticale permette di montare il polarizzatore in corrispondenza del fascio di luce uscente da una sorgente.

Lo spato d'Islanda è un cristallo uniassico birifrangente; esso cioè presenta un solo asse (l'asse ottico) lungo il quale si osserva la semplice rifrazione; la luce incidente lungo direzioni diverse da tale asse subisce il fenomeno della birifrangenza, che consiste nello sdoppiamento del raggio di luce incidente in due raggi. Questi raggi rifratti sono polarizzati perpendicolarmente. Se si posiziona lo spato davanti ad un forellino che lascia passare un fascio di luce, si raccolgono sullo schermo due immagini del foro.

43/O

#### POLARISCOPIO

Ottone, vetro  
l. 380; h. 310  
3/4 XIX secolo

Un tubo in ottone è fissato per mezzo di uno snodo ad un piedistallo in ottone a base circolare e porta alla sua estremità una lamina riflettente di vetro rosso scuro. La lamina ruota per mezzo di una cerniera e può essere posizionata in modo da riflettere nel tubo, attraverso un diaframma circolare, la luce proveniente da una sorgente, che perciò, se riflessa con un angolo ben preciso, risulta polarizzata per riflessione. Nel tubo, in corrispondenza dell'estremità sulla quale è fissata la lamina, vi è un cristallo di quarzo tagliato perpendicolarmente all'asse ottico, mentre nell'oculare è inserito un cri-

stallo di spato d'Islanda a doppia rifrazione. La luce che attraversa il quarzo subisce una polarizzazione rotatoria e una doppia rifrangenza nel passaggio attraverso lo spato. Le immagini del diaframma che si osservano sono sdoppiate, ruotano se l'oculare è fatto ruotare muovendo un indice su un cerchio graduato a 360° e cambiano colore, mostrando colori complementari.

Negli inventari lo strumento è indicato *Polarimetro di Biot semplice*<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 90 n. 1.

44/O

#### PINZA A TORMALINA

Ottone, tormalina, cartone, sughero  
l. 160  
3/4 XIX secolo

La luce è composta da onde elettromagnetiche trasversali, che vibrano cioè in piani perpendicolari alla direzione di propagazione. Molti cristalli – i cosiddetti cristalli dicroici – e fra questi la tormalina, hanno la proprietà di lasciare passare soltanto quelle vibrazioni che avvengono in un ben determinato piano; la luce, uscendo dal cristallo, risulta polarizzata<sup>18</sup>.

Nella pinza a tormalina, due lamine del cristallo suddetto sono racchiuse all'interno di due anelli anneriti e contornati da uno spesso filo in ottone che forma una pinzetta. Uno dei dischetti (il polarizzatore) è fisso, mentre l'altro (l'analizzatore) può ruotare in modo da disporre gli assi del cristallo paralleli o perpendicolari a quelli del polarizzatore.

Se le lamine, infatti, hanno gli assi paralleli, la luce polarizzata dalla prima lamina attraversa anche la seconda; se esse hanno gli assi incrociati, la seconda lamina non trasmette alcuna luce.

Ponendo il cristallo da analizzare fra le lamine di tormalina e posizionando la pinzetta vicino all'occhio<sup>19</sup>, è possibile verificare il piano di polarizzazione del cristallo e vedere le figure di interferenza che la luce polarizzata dalla prima tormalina produce nel passare attraverso il cristallo.

La pinzetta è contenuta in una rozza scatola in legno ed è corredata da quattro lamine in sughero che racchiudono diversi cristalli, contrassegnati dai rispettivi nomi in tedesco: tormalina romboedrica del Brasile; apatite del Tirolo; arragonite rombrica; calciospato.

La pinzetta è stata acquistata da Allemano di Torino nel 1865<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> F.A. JENKINS, H.E. White, *Ottica*, Istituto Editoriale Universitario, Milano, 1972, p. 614.

<sup>19</sup> PAOLO BRENNI, *Gli strumenti di Fisica dell'Istituto Tecnico Toscano*, *Ottica*, Giunti, Firenze, 1995, p. 112.

<sup>20</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 409.

45/O

#### MICROSCOPIO COMPOSTO A GOMITO

Ottone, vetro, metallo, legno di mogano  
scatola 355 × 290; h. 115; microscopio h. 300  
Dell'Acqua – Milano  
2/4 XIX secolo

Una colonna in ottone, che si inserisce in un apposito alloggiamento a baionetta sul coperchio della scatola di mogano, sorregge un portante laterale a sezione quadrata e a forma di T. All'estremità del braccio orizzontale della T è inserito un anello al quale si avvita il tubo in ottone del microscopio, piegato ad angolo retto. La parte orizzontale del tubo contiene l'oculare di Huygens, e la parte verticale l'obiettivo; nel gomito è inserito un prisma a riflessione totale.

Il portante laterale alla colonna sostiene inoltre: il tavolino portaoggetti munito di due molle per fissare i vetrini e di un diaframma con 5 fori di diametro diverso; uno specchio per illuminare il preparato da analizzare.

Nella scatola sono contenuta vari accessori:

- 2 obiettivi composti;
- 2 oculari di tipo Huygens;
- 3 oculari semplici e una piastrina di ottone munita di un anello e di un perno. Inserendo uno degli oculari nell'anello e posizionando la piastrina, mediante il perno, all'estremità del braccio orizzontale del portante del microscopio, questo diventa un microscopio semplice;
- una camera lucida che, montata mediante un anello sull'oculare, consente di vedere contemporaneamente, grazie a un piccolo prisma, sia l'immagine microscopica che il foglio su cui riprodurre l'immagine osservata;
- un braccio snodato con una vite, che costituisce il sostegno di un prisma;
- piccolo punteruolo dotato di manico in legno.

La firma di Dell'Acqua-Milano, che compare sul microscopio, molto probabilmente indica in questo caso il rivenditore. Il microscopio, infatti, è di fat-

■ 45/O



tura francese ed è simile al modello costruito dal francese Charles Chevalier (1804 – 1859), e prodotto dalla sua ditta per un certo periodo.

■ 46/O

#### MICROSCOPIO COMPOSTO DA ESERCITAZIONE

Ottone, cristallo, legno di noce  
scatola 295 × 145, h 100; microscopio h. 263  
3/4 XIX secolo

Il microscopio è costituito da un tubo in ottone, sostenuto da un piedistallo fissato ad una base a forma di U che regge il supporto dello specchietto (mancante) per illuminare gli oggetti, il tavolino portaoggetti forato, al di sotto del quale vi è il dia-

framma con quattro fori di diametro diverso.

Il microscopio è definito composto in quanto contiene all'interno del tubo due sistemi di lenti: l'obbiettivo, che forma una prima immagine reale ingrandita dell'oggetto; l'oculare, che raccoglie tale immagine e ne produce un'altra fortemente ingrandita e virtuale. L'obbiettivo è formato da un sistema di lenti convergenti acromatiche.

Il microscopio è contenuto in una cassetta di legno di noce lucidato nella quale vi è un foglio intestato a "Tecnomasio Italiano – Milano, via Pace n. 10" che riporta, manoscritte, le osservazioni pratiche per l'uso dello strumento e gli ingrandimenti ottenuti montando i diversi obiettivi e oculari.

Degli accessori originali sono rimasti un obiettivo contrassegnato con il numero 7 (manca il n.4) e un oculare di Huygens.

■ 46/O



■ 47/O

#### MICROSCOPIO COMPOSTO

Ottone, vetro, metallo, legno  
scatola 165 × 19, h. 370; microscopio h. 310  
Zeiss C. – Jena – n° 15836  
1/4 XX secolo

Una base a forma di U sorregge una colonna in ottone alla quale è incernierato il corpo del microscopio. Esso è costituito da un tubo mobile in ottone, regolabile con una vite micrometrica, contenente l'oculare e l'obbiettivo; il porta-obbiettivo è doppio del tipo a revolver.

Alla colonna in ottone è incernierato il tavolino portaoggetti forato, al di sopra del quale due molle metalliche mantengono fermi i vetrini da analizzare; al di sotto del tavolino trova posto un sistema per alloggiare il condensatore e infine uno specchio.

Il microscopio è racchiuso in una cassetta di mogano lucidato; degli accessori originali, sono rimasti:

- a) 2 oculari di Huygens, che riportano i numeri 2 e 4 e un oculare micrometrico;
- b) 3 obiettivi composti;
- c) un diaframma dotato di fori con diametro diverso;
- d) un condensatore;
- e) 7 diaframmi con foro di diverso diametro;
- f) una lastrina micrometrica contenuta in un astuccio.
- g) un polarizzatore contenuto in una scatoletta separata.

■ 47/O



48/O

**MICROTOMO***Acciaio, vetro, metallo, legno**135 × 120; h. 150**K. Zeiss - Jena - n° 413**1/4 XX secolo*

Una spessa piastra circolare di vetro è sorretta da due colonne montate sopra una base in ottone, sulla quale il coltello funziona manualmente. Il preparato da tagliare è incastrato in un tubo d'ottone e spinto attraverso un'apertura nella piastra per mezzo di una vite la cui testa presenta una scala graduata. Le divisioni della scala indicano lo spessore del taglio in centesimi di millimetro. Lo strumento serve per ottenere sottili preparati da montare sui vetrini portaoggetti per microscopio.

49/O

**CANNOCCHIALE TERRESTRE TASCABILE***Legno, ottone, vetro**d. 35; l. 145 - 370**F. Harris - London**2/4 XIX secolo*

Cannocchiale terrestre acromatico tascabile formato da quattro tubi telescopici in ottone; il più esterno è rivestito in legno. Quando è chiuso, la lente dell'oculare e l'obbiettivo sono protetti da due coperchi in ottone. Il cannocchiale terrestre contiene, oltre all'obbiettivo e all'oculare, un sistema di due lenti per raddrizzare l'immagine. La firma del fornitore è incisa sul tubo più interno.

■ 50/O



50/O

**CANNOCCHIALE TERRESTRE***Ottone, vetro**d. 90; l. 1250**1/2 XIX secolo*

Grande cannocchiale acromatico terrestre e celeste montato su un supporto in ottone con treppiede dello stesso metallo; esso è dotato di un obiettivo di diametro 9 centimetri e di tre sistemi oculari intercambiabili. L'oculare può essere regolato telescopicamente per consentire la messa a fuoco dell'immagine; il supporto permette la regolazione della posizione del cannocchiale.

Il cannocchiale fu donato al Liceo nel 1846 per

disposizione testamentaria da Francesco Maccarani (1776 - 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845<sup>21</sup>.

Dallo stesso documento risulta che fosse racchiuso in una custodia in legno di rovere (ora scomparsa) e che non si trattasse di uno strumento particolarmente sofisticato.

<sup>21</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

51/O

**BINOCOLO PRISMATICO***Metallo, cristallo, cuoio**160 × 150**1/4 XX secolo*

Si tratta di un binocolo di tipo militare<sup>22</sup>, composto da due cannocchiali incernierati al medesimo asse. Ciascun cannocchiale contiene un obbiettivo, un oculare e due prismi a riflessione totale, utilizzati per la prima volta dal costruttore italiano Ignazio Porro (1795 - 1875) e da lui detti "veicolo". La luce proveniente dall'obbiettivo incontra la faccia corri-

spondente al cateto del prisma, penetra nel prisma, viene riflessa dalla faccia obliqua, ed esce dal prisma in direzione perpendicolare a quella di entrata; incontrando il secondo prisma subisce una nuova deviazione di 90° e raggiunge l'oculare. La messa a fuoco si attua ruotando gli oculari. Data di acquisto 1914<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> P. BRENNI, op. cit., p. 168.

<sup>23</sup> LPS, *Inventario 1950*, n. 294.

52/O

**APPARECCHIO PER PROIEZIONI***Metallo, legno, vetro, stoffa**1000 × 240; h. 800**1/4 XX secolo*

Proiettore composto da una cassetta metallica fissata ad una tavola di legno, che racchiude un arco voltaico. Sui lati della cassetta vi sono due sportelli per la regolazione dei carboni, e nella parte superiore vi è un camino di scarico del calore prodotto dalla lampada. Anteriormente alla scatola vi è alloggiato il condensatore, costituito da due lenti di 145 mm di

■ 52/O



diametro. Un otturatore a fenditura regolabile può essere montato davanti al condensatore. Alla base in legno è fissato un binario metallico su cui si fissano dei morsetti di ottone per sostenere gli accessori, fra i quali vi è un obiettivo da 150 mm.

L'apparecchio costituiva un proiettore per diapositive di schemi o di preparati, ma anche una sorgente luminosa per effettuare esperienze di ottica; in questo caso, accessori quali fenditure, schermi forati o sistemi di lenti, producevano fasci di luce opportuni. Esso è riportato negli inventari del gabinetto di fisica con il nome "Apparecchio Pestalozza". Data di acquisto 1914<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> LPS, *Inventario 1955*, n. 301.

### 53/O PROIETTORE

*Metallo, vetro*  
27 × 480, h. 580  
1/4 XX secolo

L'apparato è formato da una scatola di metallo annerito, sostenuta da colonnine in ottone fissate sopra una base rettangolare in legno lucido. La scatola è dotata di uno sportello laterale per accedere al vano in cui è collocata la sorgente luminosa – in questo caso una lampada a incandescenza – e di un camino per la dispersione del calore sviluppato dalla lampada.

Anteriormente alla scatola è alloggiato il sistema di lenti che funge da condensatore per la luce. Una sbarra orizzontale costituisce il banco ottico al quale possono essere fissati mediante opportuni sostegni il doppio chassis per la proiezione di diapositive e l'obiettivo per la proiezione di preparati microscopici.

Data di acquisto 1921.

### 54/O APPARATO PER PROIEZIONI EPISCOPICHE

*Legno, ottone, stoffa, metallo, vetro*  
300 × 220; h. 570  
1/4 XX secolo

Lo strumento è costituito da una cassetta di legno che presenta un foro circolare su una delle sue facce laterali; un panno nero sostituisce un'altra

faccia laterale per consentire l'accesso all'interno della scatola. Nell'interno annerito vi è un piano metallico inclinabile, sul quale si appoggia l'immagine da proiettare; uno specchio laterale, montato in corrispondenza del foro circolare, raccoglie la luce proveniente da una opportuna sorgente e la riflette sull'immagine. Al di sopra della cassetta è montato l'obiettivo che è sormontato da uno specchio inclinato per la proiezione dell'immagine su uno schermo.

### 55/O OBIETTIVO

*Ottone, metallo, vetro*  
d. 77; h. 100  
1/4 XX secolo

Obiettivo di lunghezza focale 18 cm, dotato di otturatore, accessorio del proiettore episcopico 54/O.

### ■ 53/O



### 56/O STEREOSCOPIO DI BREWSTER

*Legno di noce, vetro*  
180 × 170; h. 100  
3/4 XIX secolo

Una elegante cassetta trapezoidale è chiusa da un lato con una lastra di vetro smerigliato e, dal lato opposto, con due lenti; sul lato della cassetta vi è una fessura nella quale possono essere inserite le immagini: si tratta di vedute uguali, ma prese da angolature lievemente diverse in bianco e nero o con leggere coloriture, di piazze, giardini, palazzi, su lastre di vetro (due) o cartoncino (dieci). Uno sportello posto nella parte superiore della cassetta consente l'illuminazione delle vedute.

La scatola, al suo interno, è divisa da un settore, in modo da separare i campi visivi e da consentire così la visione tridimensionale delle vedute.

Questo strumento fu ideato dal fisico scozzese David Brewster (1871 – 1868) e commercializzato a partire dal 1850 dall'ottico francese Jules Duboscq (1817 – 1886), che ne favorì la diffusione, grazie anche alle esposizioni universali di Londra e

### ■ 56/O



Parigi. Lo stereoscopio ebbe anche un impiego clinico, per la lettura di lastre radiografiche. Data di acquisto 1860<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 84, n. 17.

### 57/O MODELLO DELL'OCCHIO

*Ottone, metallo*  
occhio: d. 80; h. 340  
Allemano Giuseppe piazza Carlo Emanuele II  
Torino  
3/4 XIX secolo

Una colonna in ottone con base circolare sostiene un globo di ottone annerito all'interno; nella parte anteriore del globo è inserita una lente (ora mancante) che funge da cristallino e nella parte posteriore è inserito un tubo telescopico, chiuso nella sua parte interna al globo da uno schermo traslucido. Anteriormente al globo oculare, un supporto regge un paio di portalenti in metallo annerito con lenti convergente e divergente (mancanti), che

possono essere posizionate davanti al cristallino. L'immagine di un oggetto illuminato è raccolta dallo schermo in vetro traslucido, la cui posizione è regolabile sia anteriormente, sia posteriormente alla retina, per mostrare i difetti visivi della miopia e della presbiopia e come l'uso delle lenti li corregga. Un disco in cartone verde e nero contorna il globo e funge da schermo. Sotto la base dell'apparato vi è un'etichetta recante il nome del venditore dal quale è stato acquistato nel 1866<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 426.

### 58/O

#### MODELLO DI OCCHIO

Ottone, rame, metallo, vetro  
base: d. 130; h. 480  
4/4 XIX secolo

Modello in rame di occhio umano, montato su un piedistallo d'ottone che può essere alzato o abbassato telescopicamente; l'occhio è mobile sul piedistallo grazie ad uno snodo cesellato che ha l'aspetto di una maschera.

La superficie esterna dell'occhio è verniciata di bianco, con alcuni tratti rossi che richiamano i fasci muscolari e i capillari del globo oculare. Un telaietto sorregge la cornea in vetro, dietro la quale una lente funge da cristallino e un diaframma metallico da iride e da pupilla. Davanti al cristallino è fissato un supporto per le lenti, che sono contenute in una scatola in legno foderata in velluto lilla; si tratta di undici lenti e di un prisma, del tipo di quelle usate dagli ottici (attualmente manca una lente cilindrica).

Al di sotto del bulbo, una vite contrassegnata con A aziona una cremagliera che fa muovere il cristallino e una vite B fa avanzare il bulbo oculare, rispetto alla parte esterna, lungo un'altra cremagliera (su cui è incisa una scala 1 - 8).

Gli inventari lo indicano *Occhio diottrico Vitali con lenti addizionali* e il libretto di istruzioni ad esso correlato è ancora conservato presso il Gabinetto di Fisica del Liceo Sarpi. Data di acquisto 1893<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 581.

### 57/O



### 59/O

#### PIEDISTALLO CON TAVOLETTA CIRCOLARE

Legno di noce  
base: d. 190; h. 290; tavoletta d. 130  
3/4 XIX secolo

Un piedistallo in noce tornito con base circolare zavorrata regge una tavoletta circolare fissa in legno tornito.

### 60/O

#### SUPPORTI PER BANCO OTTICO

Ottone, metallo  
misure varie  
1/4 XX secolo

Diversi pezzi in ottone, fra i quali un ripiano (125 × 100), per applicare i vari apparecchi a un banco ottico.

### 58/O





ELETTROMAGNETISMO

01/E

**ELETTROMETRO**

*Vetro, ottone, metallo*  
160 × 160; h. 390  
3/4 XIX secolo

Lo strumento è formato da una scatola in vetro con base quadrata in ottone, sostenuta da un piede a forma di Y; l'asta portante le foglie d'oro è appesa al centro del coperchio della teca in vetro e al di sopra è posto un piatto in ottone ricoperto di vernice rossa isolante. Una rientranza cilindrica praticata nella base della scatola permette di alloggiare del materiale igroscopico per mantenere secca l'aria all'interno dell'elettrometro. Dalla base si ergono da parti opposte due piastre in ottone che hanno la funzione di aumentare la sensibilità dello strumento, dato che si caricano per induzione di segno opposto alle foglie d'oro. Sulla parete di fondo dell'elettrometro è fissato un arco di cerchio graduato, che funge da scala; all'esterno, dalla parte opposta rispetto all'arco di cerchio, un supporto fissato ad un ramo del piede a Y reggeva, secondo la descrizione che ne dà il Catalogo metodico<sup>1</sup>, un disco di metallo annerito e forato (ora

01/E



mancante) per la lettura della scala. Completa l'apparecchio un disco in vetro dorato con il manico isolante che rende lo strumento un elettrometro condensatore. I due piatti, infatti, isolati l'uno rispetto all'altro dalla vernice, costituiscono le armature di un condensatore che ha la proprietà di immagazzinare più carica rispetto al singolo conduttore. Si collega con la terra il piatto dell'elettrometro e alla macchina elettrostatica il piatto condensatore; si elimina il collegamento a terra e, dopo aver sollevato il piatto, si osserva la divergenza delle foglie d'oro.

La presenza della scala opportunamente tarata consente di ottenere il valore della carica, dall'angolo formato dalle foglie d'oro. Lo strumento da semplice elettroscopio diventa elettrometro.

<sup>1</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 111, n. 41.

02/E

**ELETTROSCOPIO CONDENSATORE A FOGLIE D'ORO**

*Legno, vetro, ottone, oro*  
d. base: 200; h. 350  
3/4 XIX secolo

Lo strumento è costituito da una campana di vetro, che racchiude al suo interno un'asta terminante con due foglie d'oro. La campana è appoggiata sopra una base circolare in legno di noce, alla quale sono fissate da parti opposte due piastrine d'ottone, collegate fra di loro, che hanno la funzione di aumentare la sensibilità dello strumento, dato che si caricano per induzione di segno opposto alle foglie d'oro. Il collo della campana è ricoperto da una vernice isolante e l'asta, che da un lato regge le foglie d'oro, dall'altro termina con un piatto circolare in ottone, al di sotto del quale è fissato un gancio. Sopra il piatto può essere collocato un altro uguale, dello stesso metallo, dotato di un manico isolante formando in tal modo un elettrometro condensatore. Ponendo in contatto un corpo carico con il piatto dell'elettroscopio, le cariche si trasmettono lungo l'asta alle foglie d'oro, che, portando cariche dello stesso segno, si respingono. L'angolo formato dalle foglie è proporzionale alla carica. La presenza dei due piatti condensatori consente di rilevare cariche deboli, che abitualmente non farebbero divergere le foglie.

02/E - 03/E



03/E

**PIATTI CON MANICO ISOLANTE**

*Vetro con copertura metallica, ottone*  
d. 165  
1/2 XIX secolo

Si tratta di due piatti da sovrapporre al piatto inferiore di un elettroscopio condensatore; uno di vetro ricoperto di stagnola, l'altro d'ottone, entrambi dotati di manico isolante in vetro.

04/E

**ELETTROMETRO ASSOLUTO DI BRAUN**

*Metallo, ottone, vetro*  
d. 200; h. 350  
Max Kohl A.G.  
1/4 XX secolo

Un treppiede in ghisa sostiene un perno al quale è fissata una scatola metallica cilindrica; la parte anteriore è in vetro, per permettere la visione dell'interno dello strumento. Al di sopra della scatola,

un pomolo metallico è collegato con un'asticciola che regge un ago girevole. L'estremità dell'ago mobile, quando è respinta dall'asticciola caricata, scorre lungo un arco metallico che funge da scala. Un'apertura sul fondo della scatola, dietro alla quale può essere posta una lampada, consente una migliore leggibilità della scala. Questa è tarata in modo da fornire direttamente la misura della differenza di potenziale. Questo tipo di strumento fu ideato dal fisico tedesco Ferdinand Braun (1850 – 1918) verso la fine del XIX secolo.

Data di acquisto 1912<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 429.

05/E

**ELETTROMETRO DI EXNER**

*Metallo, vetro, resina*  
d. 130; h. 330  
1/2 XX secolo

Si tratta di un elettroscopio racchiuso in una scatola cilindrica di metallo, avente le facce anteriore e posteriore in vetro, per consentire la proiezione della scala su uno schermo. L'asta che regge le foglie di metallo termina all'esterno con un piatto condensatore e, sui lati della scatola, due aste permettono di racchiudere le foglioline, quando l'elettroscopio è a riposo.

L'elettrometro risulta acquistato dalle Officine Galilei – Firenze nel 1938 ed è costruito secondo il modello ideato dal fisico tedesco Franz Exner (1849 – 1926) verso la fine del XIX secolo.

06/E

**ELETTROSCOPIO DI BOHNENBERGER**

*Peltro, vetro, ottone, oro, metallo*  
d. 190; h. 410  
4/4 XIX secolo

L'elettroscopio ideato dal fisico tedesco Johann Gottlieb Bohnenberger (1765 – 1831) è costituito da un'asta in ottone terminante da un lato con una palla dello stesso metallo, e dall'altro con una foglia d'oro; l'asta è infissa, mediante un tappo isolante, nel collo di una campana di vetro, che all'esterno è ricoperta di vernice isolante alla ceralacca. La campana appoggia su una base circolare in peltro, con i piedi cesellati a zampa di leone. All'interno della

campana, sulla base, sono appoggiate due piccole pile a secco di tipo Zamboni, che possono essere avvicinate o allontanate dalla fogliolina per mezzo di due aste che comunicano con l'esterno. Le pile a secco (cosiddette per la mancanza del liquido elettrolitico), ideate dal fisico italiano Giuseppe Zamboni (1776 - 1846), sono costituite da diversi dischi di carta sovrapposti; su una delle facce dei dischi è incollata della polvere di perossido di manganese, mentre sull'altra una sottile lamina di stagno. Un tubo di vetro costituisce l'involucro dei dischi, che sono legati fra loro da sottili fili di seta. Le piastrine metalliche che fuoriescono dai cilindri sono collegate al polo positivo (il perossido di manganese) e al polo negativo (lo stagno) delle pile. Quando la fogliolina d'oro è elettrizzata, essa viene attratta dal polo di segno opposto a quello della propria carica.

#### 07/E ELETTROFORI DI VOLTA CON PIATTI

*Metallo, vetro, ottone, peltro, rame*  
d. 270; h. 350  
1/4 XIX secolo

Serie di due elettrofori costruiti secondo il modello inventato dal fisico italiano Alessandro Volta (1745 - 1827) nel 1775: un disco in peltro, dotato di manico isolante di vetro verniciato alla ceralacca, appoggia su un largo piatto di resina, avente la superficie levigata. Strofinando il piatto con un pezzo di pelliccia, si ottiene che il piatto si carichi

■ 07/E



■ 06/E



negativamente. Appoggiandovi sopra il disco metallico, per induzione la sua superficie a contatto con il piatto si carica positivamente, l'altra negativamente. Toccando con un dito la superficie superiore del disco e mettendolo così a terra prima di staccarlo dal piatto, si ottiene che il disco resti caricato di segno opposto al piatto. Si ha così una fonte di cariche elettriche che può essere utilizzata per caricare altri corpi.  
Data di acquisto 1809/10<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> LPSAS, LXIII 30 marzo 1811.

#### 08/E DISCHI CON MANICO ISOLANTE

*Zinco, rame, vetro, legno*  
d. 165  
2/4 XIX secolo

I due dischi di rame e zinco realizzano una delle esperienze effettuate da Volta per dimostrare l'elettrizzazione dei diversi metalli posti in contat-

to. Se, impugnandoli mediante il manico isolante, li si pone in contatto e poi li si separa, si constata avvicinandoli separatamente ad un elettroscopio condensatore (come ad esempio l'elettroscopio di Bohnenberger 05/E) che il rame si è elettrizzato negativamente e lo zinco positivamente.

#### 09/E DISCHI METALLICI CON MANICO ISOLANTE

*Vetro, peltro, zinco*  
d. 100  
2/4 XIX secolo

Due dischi di metalli diversi per realizzare l'esperienza di Volta descritta precedentemente

#### 10/E DISCHI DI VETRO, PANNO E OTTONE CON MANICO ISOLANTE

*Vetro, panno, ottone*  
d. 100; 120; 130  
XIX secolo

Serie di tre dischi di diverso materiale, con manico isolante per realizzare le esperienze di Volta sull'elettrizzazione dei metalli, preludio alla realizzazione della pila.

#### 11/E PENDOLINI

*Legno, vetro, sambuco*  
misure varie  
1/4 XX secolo

Ciascun pendolino è costituito da un sostegno in vetro fissato ad una base in legno che sorregge un sottile filo alla cui estremità è appesa una pallina di sambuco. Sono utilizzati per esperienze di elettrostatica. Negli inventari della scuola si dice che questi quattro pendolini, di cui uno doppio, sono stati donati al Liceo dal prof. Annibale Benetti, docente della scuola dal 1888 al 1923.

#### 12/E CONDUTTORE D'OTTONE

*Noce, vetro, ottone*  
base d. 210; h. 430; l. 1300  
XIX secolo

Un lungo cilindro in ottone è collocabile su due sostegni isolanti in vetro verniciato, posti su due piedistalli in legno di noce tornito e lucidato, poggianti su una base circolare in legno con tre piccoli piedi.

#### 13/E PARAFULMINE

*Rame, ottone*  
l. 980  
1/4 XIX secolo

Modello di parafulmine<sup>4</sup> costituito da una lunga asta di ottone, terminante con una punta ad una estremità e, dall'altra con un sostegno metallico. Intorno al sostegno è avvolto a spirale un grosso conduttore in rame.

<sup>4</sup> A. GANOT, op. cit., p. 730.

■ 08/E - 09/E



14/E

**SFERE METALLICHE**

Ottone, vetro  
d. 60; l. 490  
4/4 XIX secolo

Due sfere in ottone montate ciascuna su un manico isolante in vetro; vengono usate per caricare altri conduttori nelle esperienze di elettrostatica.

15/E

**VERGHE CONDUTTRICI**

Vetro, ottone, legno, ebanite  
l. 470; l. 400  
2/4 XIX secolo

Verghe di ebanite e vetro che, strofinate, si elettrizzano. Il cilindro in ottone, che termina ad un'estremità con una palla dello stesso metallo è infisso all'altra estremità su un manico isolante, di vetro verniciato. Un pomolo in legno tornito completa il manico. Serve a dimostrare che non solo gli isolanti, come ebanite e vetro mantengono la carica che è stata loro fornita, ma anche i metalli, purché siano isolati.

■ 16/E



16/E

**CONDUTTORI CILINDRICI**

vetro, ottone, legno  
d. base: 170; h. 500; l. 540  
2/4 XIX secolo

Serie di tre conduttori cilindrici, ciascuno montato su un manico isolante di vetro verniciato, che è infisso in una base circolare di legno tornito. Ad uno dei tre conduttori sono appesi in vari punti, mediante sottili fili, delle coppie di pendolini, costituiti da palline di sambuco, che servono ad evidenziare la carica del conduttore. Vengono utilizzati per esperienze sull'induzione elettrostatica e, in particolare per mostrare che, se si avvicina l'estremità del conduttore munito di pendolini ad un corpo carico, i pendolini alle estremità divergono maggiormente di quelli al centro, perché respinti dalla maggiore carica che si accumula agli estremi del conduttore.

17/E

**DUE CONDUTTORI A FORMA DI ELLISSOIDE**

Ottone, vetro, legno  
l. 230/450; h. 560  
2/4 XIX secolo

Due ellissoidi di rivoluzione in ottone sono montati, mediante un manico isolante in vetro, ciascuno su una base in legno di noce tornito e lucidato. Il rapporto dei loro assi è differente e, precisamente, per uno è 1/2 e per l'altro 1/4. Su quest'ultimo sono appese alcune coppie di pendolini, per mostrare che la carica si addensa nelle zone della superficie dove la curvatura è maggiore.

Non sono firmati, ma risultano forniti da Dell'Acqua - Milano<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 248; XLVIII *Programmi 1853*.

18/E

**EMISFERI DI CAVENDISH**

Ottone, vetro, legno  
d. sfere: 110; h. 650  
2/4 XIX secolo

Una sfera conduttrice sostenuta da un piede isolante montato su una base circolare in legno può essere

racchiusa da due semisfere cave, dotate di manici isolanti in vetro (uno mancante). L'apparecchio, che realizza l'esperienza proposta al fisico inglese Henry Cavendish (1731 - 1810), serve a dimostrare che la carica si distribuisce sulla superficie dei conduttori; infatti se si carica la sfera e la si racchiude poi nelle semisfere, si constata che la carica si trasferisce dalla sfera alla superficie esterna dei due gusci. L'apparato non è firmato, ma risulta fornito da Dell'Acqua - Milano<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 244.

19/E

**GABBIE DI FARADAY**

Ottone, rame, metallo  
d. 200; h. 400  
1/4 XX secolo

Gabbie di Faraday di forma cilindrica e di materiale diverso: una è costituita da aste di rame fissate da un lato ad una corona e dall'altro ad un coperchio di rame; alcuni pendolini in sambuco sono appesi alle aste. L'altro è un semplice cilindro di rete metallica a maglie fitte. Ideate dal fisico inglese Michael Faraday (1791 - 1867), servono a dimostrare che le cariche si distribuiscono sulla superficie esterna dei conduttori.

Data di acquisto 1910<sup>7</sup>

<sup>7</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 442.

20/E

**SGABELLO ISOLANTE**

Legno, vetro  
1300 x 800 h. 420  
1/4 XIX secolo

Grande sgabello in legno dotato di sei piedi in vetro che ne consentono l'isolamento rispetto al suolo, per esperienze di elettrostatica.

21/E

**SOSTEGNO ISOLANTE DI MASCART**

Vetro, acciaio, acido solforico  
d. 80; h. 250  
1/4 XX secolo

L'isolatore è costituito da un piattello collegato ad

■ 17/E



un'asta in vetro che si immerge nell'acido solforico contenuto in un'ampolla. L'acido, assorbendo l'umidità dell'asta, riduce sensibilmente la dispersione delle cariche elettriche.

Data di acquisto 1914.

22/E

**CANDELIERE**

Ottone  
d. 110; h. 140  
XIX secolo

Questo candeliere inventariato nella sezione di elettrostatica serve per evidenziare come il vento elettrico, prodotto da una punta metallica posta sul conduttore cilindrico della macchina elettrostatica a disco, possa spegnere la fiamma della candela.

23/E

**SOSTEGNO IN LEGNO**

Legno di noce  
base: 200 x 190; h. 250

24/E

**PIATTO DI VETRO CON PIEDE***Vetro**d. 280; h. 90**1/2 XIX secolo*

Non è chiaro l'uso a cui era destinato tale piatto, che gli inventari riportano nella sezione dell'elettrostatica; sembra piuttosto riduttivo il suo utilizzo come semplice piede isolante.

25/E

**SPINTEROMETRO***Legno, ottone**d. 155; h. 340**3/4 XIX secolo*

Un piedestallo in legno sorregge un'asta verticale nella quale può scorrere in senso orizzontale un'astina in ottone portante ad una estremità una sfera e dall'altra un piattello. Fra punta e piatto vengono fatte scoccare le scintille prodotte ad esempio da una bobina di induzione.

26/E

**SCARICATORE***Ottone, vetro, legno**l. manico 340; arco 270**1/2 XIX secolo*

■ 29/E - 28/E



Lo scaricatore è costituito da due archi snodati in ottone, che terminano con una pallina; gli archi sono sostenuti da due manici isolanti in vetro.

Toccando con ciascuno dei due archi le armature positiva e negativa di un condensatore, questo si scarica istantaneamente.

L'apparecchio è detto anche "eccitatore": infatti, mentre si avvicina la pallina all'armatura interna, appena prima del contatto, scocca una scintilla.

27/E

**MULINELLO ELETTRICO***Ottone, legno**d. 80; h. 90**2/2 XIX secolo*

Una base in legno sostiene un piccolo piedistallo, che termina con un perno sul quale sta in equilibrio un mulinello metallico, composto da cinque raggi ricurvi. Mettendo in contatto il mulinello con la macchina elettrostatica, esso si mette a girare vorticosamente, in senso opposto alle punte. Le cariche che si addensano sulle punte sfuggono ionizzando l'aria circostante e, di conseguenza, il mulinello ruota spinto dalla forza repulsiva fra gli ioni e le punte.

28/E

**FORA VETRO***Legno, ottone, vetro**210 × 210; h. 220**2/4 XIX secolo*

Due colonnine isolanti in vetro ed un cilindro dello stesso materiale sono montati sopra una base rettangolare di legno lucidato, dotata di quattro piedini a cipolla. Una piastra rettangolare in ottone unisce tra loro le due colonnine e porta infissa al centro un'asta a punta, che termina appena sopra l'orlo di un cilindro in vetro, in corrispondenza del suo asse. Lungo tale asse è infissa un'altra asta, più corta della precedente, la cui punta è appena al di sotto dell'orlo del cilindro. Attaccando con del mastice una lastra di vetro al bordo del cilindro e facendo scoccare la scintilla, essa attraversa il vetro producendo un foro. Infatti, dato che il vetro è un cattivo conduttore, l'energia della scarica si trasforma tutta nell'energia meccanica sufficiente a produrre una rottura nel vetro o nella carta,

come nell'apparecchio 29/E.

Questo strumento risulta essere stato fornito dal costruttore Grasselli di Bergamo<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 278; LXV, *Programmi 1854*.

29/E

**FORA CARTA***Ottone, vetro, metallo**d. 80; h. 200**2/4 XIX secolo*

Un piedistallo cilindrico in ottone sorregge due punte metalliche isolate fra loro e affacciate, in modo che la loro distanza può essere variata allentando una vite di fissaggio; una scanalatura nella base consente di porre un cartoncino tra le punte. Collegando alle armature di una bottiglia di Leyda le punte dello strumento, fra di esse scocca una scintilla che rompe il cartoncino.

L'apparecchio risulta fornito dal costruttore Grasselli di Bergamo<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 277; LXV, *Programmi 1854*.

30/E

**TERMOMETRO ELETTRICO DI KINNERSLEY***Ottone, vetro, metallo**d. 110; h. 390**3/4 XIX secolo*

Un cilindro in vetro, chiuso alle estremità da tappi in ottone, appoggia su una base circolare dello stesso metallo. All'interno del cilindro, lungo il suo asse, si trovano due asticchiole metalliche terminanti con una pallina; la distanza tra le due aste può essere regolata, dato che l'asta superiore scorre nel tappo di chiusura e termina con una palla in ottone. La parte inferiore del cilindro comunica, per mezzo di un manicotto laterale piegato a gomito, con un tubicino di vetro. Anche questo strumento dimostra gli effetti della scintilla nei cattivi conduttori (in questo caso l'aria)<sup>10</sup>. Se si introduce dell'acqua nel cilindro in modo che il suo livello sia appena al di sotto della sfera inferiore e si collegano le sfere alle armature di una bottiglia di Leyda, la scintilla produce una forte espansione dell'aria e l'acqua viene proiettata violentemente nel tubo laterale.

■ 30/E



L'apparato che si ispira a quello ideato nel 1761 dal fisico Ebenezer Kinnersley (1711 - 1788), è stato acquistato nel 1867<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> A. GANOT, op. cit., p. 557.

<sup>11</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 114, n. 14.

31/E

**TERMOMETRO DI RIESS***Legno di noce, vetro, ottone**560 × 180; h. 260**4/4 XIX secolo*

Una base in legno lucidata, montata su tre piedi, è unita mediante una cerniera ad un'altra tavoletta uguale, che può essere inclinata per mezzo di un morsetto e di un arco di cerchio in ottone. Sulla tavoletta, una piastra d'ottone, sulla quale è incisa una scala con divisioni ogni 5 mm, regge un tubo di

vetro che, da un lato, è piegato ad angolo retto e, dall'altro, si collega alla base di un pallone di vetro. Quest'ultimo è dotato di due tappi in ottone ai quali è collegato un conduttore a spirale. L'apparecchio, ideato dal fisico tedesco Peter Theophil Riess (1804 – 1883) serve per misurare il calore che la scarica elettrica produce nell'attraversare un tratto di filo conduttore<sup>12</sup>; nella parte bassa del tubo deve essere iniettato un liquido colorato. La scarica che attraversa il filo riscalda l'aria contenuta nel pallone che, dilatandosi, spinge il liquido verso il basso.

L'apparecchio è stato acquistato da Tecnomasio – Milano nel 1885<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> O. MURANI, op. cit., vol II, p. 427.

<sup>13</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 114, n. 16.

### 32/E

#### UOVO ELETTRICO

*Vetro, ottone*

*d. base: 100; h. 380*

*3/4 XIX secolo*

### 31/E



L'apparecchio serve per mostrare gli effetti luminosi della scarica elettrica nell'aria rarefatta. Esso consiste in un globo di vetro, contenente due sfere metalliche collegate a due aste. Una delle asticciole è fissata alla base del globo, l'altra scorre nel tappo superiore per regolare la distanza fra le sfere. La parte inferiore del globo può essere collegata alla macchina pneumatica, mediante un ugello munito di rubinetto. L'esperienza deve essere condotta al buio; dopo avere fatto il vuoto nell'uovo elettrico, esso deve essere caricato ponendo l'asta superiore in contatto con il conduttore di una macchina elettrica. La luce violacea che illumina inizialmente il globo, a mano a mano che la pressione interna aumenta, diviene una scintilla bianca e brillante. I fenomeni luminosi variano al variare della pressione e del gas o dei vapori utilizzati.

L'apparecchio è stato acquistato da Dell'Acqua – Milano nel 1863<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 114 n. 12; *Inventario 1871*, n. 274.

### 33/E

#### SPINTEROMETRO MICROMETRICO DI RIESS

*Legno, vetro, ottone*

*385 × 140; h. 360*

*3/4 XIX secolo*

Due colonnine in vetro sono montate su una base rettangolare in legno; una delle due colonne è fissa, l'altra è mobile su una guida metallica dotata di scala e può essere avvicinata alla prima per mezzo di un'asta ad essa collegata. La colonna fissa termina con una sfera d'ottone e la colonna mobile con un'asticciola dotata di una punta che può essere avvicinata alla sferetta per mezzo della rotazione di una vite micrometrica. La vite scorre su una scala orizzontale di 5 cm, sulla quale sono riportate le divisioni corrispondenti a 0,5 mm.

Collegando le sferette alle armature di una bottiglia di Leyda, caricata per mezzo di una macchina elettrostatica, fra la punta e la sferetta poste ad una data distanza scocca la scintilla, quando la differenza di potenziale ha raggiunto il valore esplosivo nell'aria. Il numero delle scintille e la loro lunghezza è proporzionale alla carica accumulata.

Lo strumento ideato dal fisico tedesco Peter Theophil Riess (1804 – 1883) è stato acquistato dal Tecnomasio – Milano nell'anno 1876/77 al prezzo di £ 75<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> LPSAS, LXIII, *Conto delle spese*, 22 giugno 1877.

### 34/E

#### ECCITATORE UNIVERSALE DI HENLEY

*Legno, metallo, vetro*

*300 × 120; h. 360*

*3/4 XIX secolo*

Su una base rettangolare in legno sorretta da quattro piedini torniti sono montate tre colonne; quelle laterali, di materiale isolante, sostengono due aste terminanti l'una con una punta e l'altra con una sferetta o con un piattello; la colonna centrale costituisce il piedistallo per un piattino in piombo. Collegando le due astine con una o più bottiglie di Leyda e regolando opportunamente la distanza tra le punte, fra di esse scocca una scintilla, che può essere sufficientemente intensa da fondere un sottile filo metallico, dimostrando gli effetti calorifici della scarica elettrica.

### 32/E



### 33/E



■ 34/E



L'apparecchio, ideato dall'inglese William Henley, attivo negli anni 1760 – 1770, è stato acquistato da Dell'Acqua – Milano.

35/E

**DISCO STROBOSCOPICO***Metallo, cartone**d. 180; h. 460**3/4 XIX secolo*

Un disco in cartone, sul quale sono disegnati dei settori in bianco e nero, è montato su un sostegno in ottone fissato ad una base circolare zavorrata. Il

■ 36/E - 37/E



disco ruota intorno al suo centro, mosso da una puleggia comandata da una manovella.

Ponendo il disco in rapida rotazione, esso appare uniformemente grigio; se, stando al buio, si illumina il disco con una scintilla prodotta, per esempio, da una bottiglia di Leyda, esso ci apparirà per un istante fermo, a dimostrazione della durata brevissima della scintilla.

L'apparato è stato acquistato da Alemanno – Torino nel 1865<sup>16</sup>.

-----  
<sup>16</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 405.

36/E

**BOTTIGLIA DI LEYDA SCOMPONIBILE***Metallo, vetro**d. 80; h. 130**3/4 XIX secolo*

Il condensatore prese il nome di bottiglia di Leyda dalla città in cui fu costruito per la prima volta, intorno alla metà del '700. Esso è formato da un vaso metallico, che costituisce l'armatura esterna e che contiene, nell'ordine: un vaso di vetro verniciato alla ceralacca, per aumentarne la capacità isolante; un cilindro metallico dotato di un gancio, che costituisce l'armatura interna.

Questa bottiglia, caricata e scomposta permette di mostrare come le cariche risiedano nel vetro.

Le bottiglie di Leyda 36/E e 37/E sono state acquistate da Dell'Acqua – Milano nel 1857<sup>17</sup>.

-----  
<sup>17</sup> LPSAS, LXV, *Programmi 1858*.

37/E

**BOTTIGLIE DI LEYDA***Metallo, vetro**d. 65; h. 120**3/4 XIX secolo*

Due bottiglie di Leyda non scomponibili, munite di gancio collegato con l'armatura interna per poterle appendere al conduttore di una macchina elettrostatica.

38/E

**BOTTIGLIE DI LEYDA***Vetro, ottone, metallo, legno**base: 380 × 210; condensatori: d. 100, h. 250**1/4 XX secolo*

L'apparato consiste di due condensatori, montati in parallelo per aumentarne la capacità di immagazzinare cariche elettriche. Ciascuno dei condensatori è costituito da un vaso in metallo appoggiato alla base in legno, contenente un cilindro in vetro, il cui asse è formato da un'asta metallica, alla quale sono fissati nastri metallici piegati su se stessi.

I vasi metallici costituiscono le armature esterne, mentre le aste quelle interne; il vetro, che è isolante, aumenta la capacità del condensatore.

I condensatori sono stati acquistati nel 1904 a completamento dell'apparecchio 141/E per eseguire le esperienze di Tesla.

39/E

**APPARATO PER LO SCAMPANIO ELETTRICO***Legno, vetro, ottone, bronzo**320 × 170; h. 390; bottiglia: d. 65; h. 120**De Vecchi**2/4 XIX secolo*

Lo strumento è costituito da due campanelli metallici, uno montato su una colonna in ottone fissata ad una base in legno, isolata mediante quattro piedini in vetro, l'altro montato sopra una bottiglia di Leyda e collegato alla sua armatura interna.

L'armatura esterna della bottiglia è collegata all'altro campanello, tramite una piastra d'ottone posta nella base in legno.

Una volta caricata la bottiglia di Leyda, si verifica che il piccolo conduttore a pendolo, isolato, viene attirato alternativamente da ciascun campanello, producendo una scampanio e causando, ad ogni colpo, una piccola scintilla che scarica lentamente la bottiglia.

L'apparato è firmato dal costruttore De Vecchi di Bergamo, risulta acquistato nel 1854<sup>18</sup>.

-----  
<sup>18</sup> LPSAS, LXV, *Programmi 1854*.

40/E

**CONDENSATORE DI EPINO***Legno, vetro, metallo**base: 310 × 160; h. 270**1/4 XX secolo*

Condensatore piano formato da due dischi metallici affacciati dotati di impugnatura e sostenuti da due piedistalli montati su una base rettangolare in legno. La distanza tra i due dischi può essere variata a piacere e fra di essi può essere posta una lastra di materiale isolante. Lo strumento, il cui modello originale fu ideato dal fisico Franz Maria Aepinus (1724–1802), serve per dimostrare che la capacità del condensatore aumenta al diminuire della distanza tra i dischi e con l'inserimento fra le armature della lastra isolante.

Data di acquisto 1930.

■ 38/E



41/E

**MACCHINA ELETTROSTATICA A DISCO***Legno, vetro, ottone**h. 760; d. disco 550; conduttore l. 930**1/4 XIX secolo*

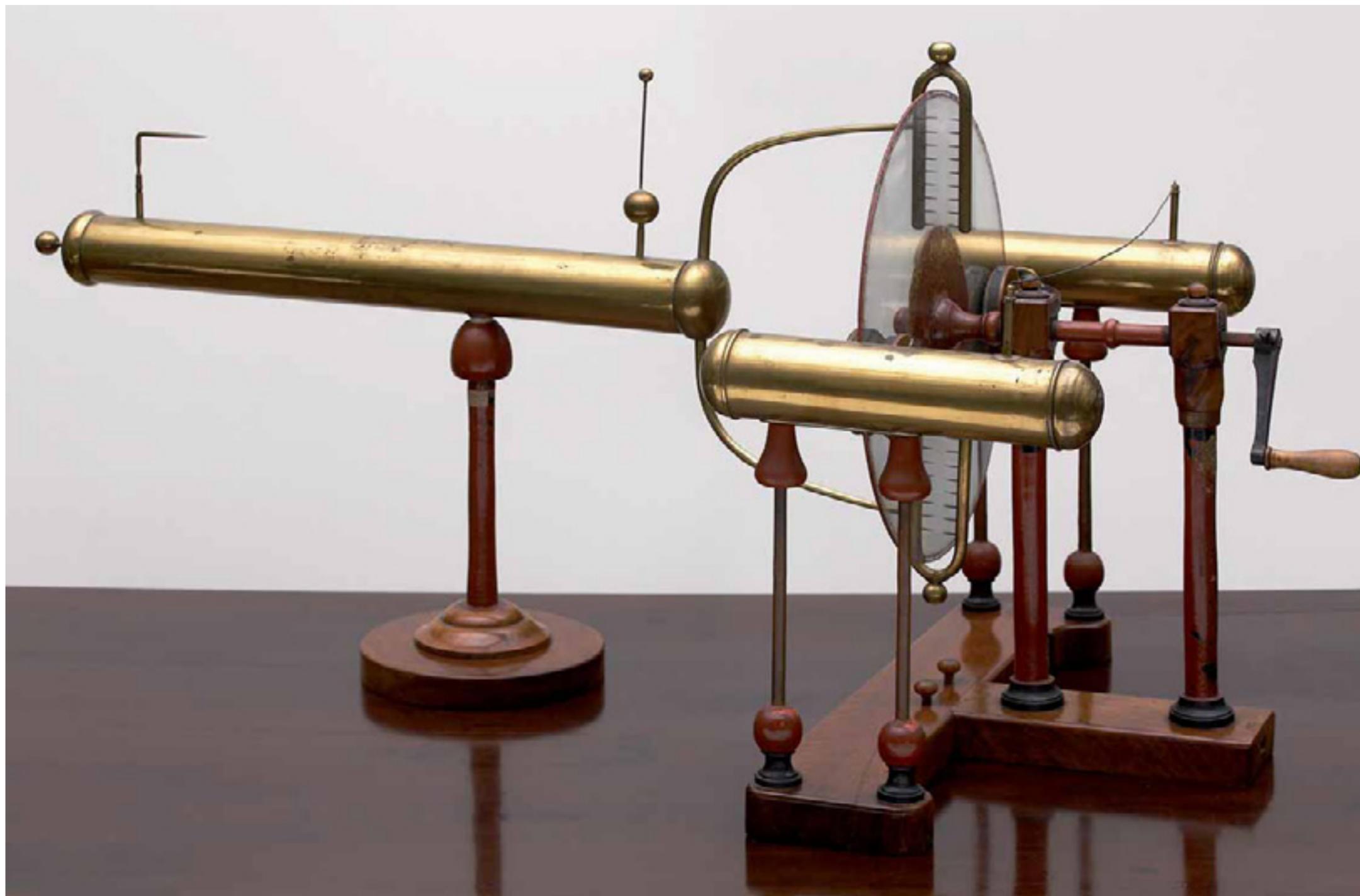
La macchina elettrostatica è un generatore di cariche elettriche, che sfrutta lo strofinamento tra il vetro e il cuoio per produrre cariche; essa fu inventata intorno alla metà del '700 per assolvere alla necessità di avere a disposizione una certa quantità di elettricità, per poterne studiare gli effetti. La macchina appartenente a questa collezione è costituita da un disco in vetro del diametro di 55 cm, che ruota intorno ad un perno sostenuto da una colonna fissata ad una base in legno, ed è mosso da una manovella. Sulla base in legno sono montati anche i sostegni in vetro verniciato per due conduttori in ottone, posti lateralmente al disco, e collegati ciascuno con una coppia di cuscinetti in pelle, affacciati alle facce del disco, alle estremità del diametro orizzontale. Davanti al disco un grosso conduttore cilindrico in ottone, montato su un piedistallo isolato, è collegato a due coppie di pettini posti agli estremi del diametro verticale.

Ponendo il disco di vetro in rotazione, questo si carica di carica positiva sfregando contro i cuscinetti di pelle che si caricano di segno opposto; i conduttori laterali accumulano quindi carica negativa, mentre il conduttore centrale, collegato ai pettini che raccolgono la carica del disco, accumula carica positiva.

Questo apparato è citato al n. 1 della sezione *Macchine per l'Elettricità* dell'inventario del 1804<sup>19</sup> nel quale si specifica il valore di ₺ 200. Le sue caratteristiche di originalità rispetto ai modelli inglesi e francesi del tempo fanno pensare che si tratti di un esemplare modificato e costruito da un artigiano locale, probabilmente dallo stesso macchinista Giovanni Albricci.

.....  
<sup>19</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

■ 41/E



42/E

**MACCHINA ELETTRICA DI WIMSHURST***Ghisa, ottone, metallo, isolante**490 × 170; h. 570**4/4 XIX secolo*

La macchina elettrostatica, costruita secondo il modello proposto nel 1882 dall'inglese James Wimshurst (1852 – 1903), si compone di due dischi di ebanite del diametro di 40 cm, affacciati fra loro e rotanti in senso opposto intorno ad un asse orizzontale; la rotazione è comandata da una puleggia mossa da una manovella posta anteriormente alla macchina, alla sua base. Il perno è fissato ad un supporto verticale, in ghisa verniciata, montata su una base pure in ghisa. Alla base sono inoltre fissati due condensatori di vetro e metallo, collegati ai pettini che racchiudono i dischi alle estremità del diametro orizzontale.

Su ciascun disco in ebanite sono poste delle strisce di stagnola, sulle quali appoggiano due spazzoline metalliche collegate tra loro da un conduttore disposto secondo un diametro del disco. Mettendo in rotazione i dischi, per una serie di azioni elettriche<sup>20</sup>, si producono per induzione cariche opposte sui dischi che sono raccolte dai pettini ed accumulate nei con-

■ 42/E



densatori. Tra le sferette poste in alto e collegate ai condensatori scoccano continuamente scintille. Data di acquisto 1900<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> O. MURANI, op. cit., p. 391.

<sup>21</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 479.

■ 43/E



43/E

**PILA DI VOLTA A COLONNA***Legno, vetro, rame, zinco, feltro**d. dischi 38; portante: d. 150; h. 650**1/4 XIX secolo*

La pila a colonna, inventata da Alessandro Volta (1745 – 1827) alla fine del 1799 e presentata alla Académie des Sciences a Parigi nel 1801 alla presenza di Napoleone, segnò una svolta nello studio dei fenomeni elettrici. L'elettricità, che fino ad allora era prodotta per mezzo delle macchine elettrostatiche a bassa intensità ma a potenziali elevatissimi e che perciò dava luogo a fenomeni essenzialmente elettrostatici, con la pila poteva essere prodotta con intensità elevata, in corrispondenza a bassi potenziali. Da qui, perciò, ebbe origine l'elettrodinamica, cioè lo studio dei fenomeni legati alla corrente elettrica, con le sue innumerevoli applicazioni.

Una base circolare montata su tre piedini torniti sorregge tre canne di vetro fra le quali sono posti nello stesso ordine le coppie metalliche (in origine 50) costituite da dischi di rame e zinco in contatto,

intervallate da dischi di feltro che dovevano essere imbevuti di acqua acidulata con acido solforico. Al primo disco di rame e all'ultimo disco di zinco sono collegati dei conduttori, che costituiscono i poli della pila, fra i quali si genera una differenza di potenziale, pari alla somma delle differenze di potenziale relative a ciascuna coppia rame-zinco. A causa della diversa affinità elettronica dei due metalli, in corrispondenza della superficie di contatto, lo zinco tende a perdere elettroni e il rame ad acquistarne, con la conseguenza che lo zinco si carica positivamente e il rame negativamente. Tale differenza di potenziale è mantenuta costante dalla presenza della soluzione elettrolitica; infatti nel conduttore che collega i poli della pila si ha un moto di elettroni dal polo negativo al polo positivo, mentre nella soluzione di acido solforico gli ioni  $\text{SO}_4^-$  si muovono verso lo zinco e gli ioni  $\text{H}^+$  verso il rame.

44/E

**PILA DANIELL***Vetro, zinco, rame, terracotta**d. 140; h. 210**3/4 XIX secolo*

Questa pila a due liquidi, del tipo ideato nel 1836 dal fisico inglese John Frederic Daniell (1790 – 1845) per risolvere l'inconveniente della polarizzazione degli elettrodi che si manifesta nelle pile ad un solo liquido, è costituita da un vaso di vetro contenente un cilindro di zinco, un setto poroso ed una lamina in rame. Per funzionare, nella pila dovevano essere immessi all'interno del cilindro poroso, a contatto con il rame, una soluzione concentrata di solfato di rame; all'esterno del cilindro poroso, a contatto dello zinco, una soluzione di acido solforico. La funzione del setto poroso è quella di impedire il mescolamento delle soluzioni, pur consentendo il passaggio degli ioni da una soluzione all'altra; in questo modo, oltre che impedire la polarizzazione degli elettrodi, si ottiene una corrente costante.

45/E

**PILE DANIELL***Rame, zinco, legno, ottone, materiale poroso**d. 110; h. 280**4/4 XIX secolo*

Coppia di pile a due liquidi, del tipo Daniell, costi-

■ 45/E



tuite da un vaso cilindrico di rame verniciato all'esterno, montato su una base in legno e con imboccatura ad imbuto, al quale è fissato un morsetto; nel vaso è inserito un cilindro di materiale poroso, con all'interno una verga di zinco, collegata al secondo morsetto. Il setto poroso mantiene separati i due liquidi: acido solforico al suo interno e solfato di rame all'esterno. Nella parte svasata del vaso possono essere collocati dei cristalli di solfato di rame, in modo da mantenere costante la concentrazione della soluzione elettrolitica.

46/E

**PILA ITALIANA***Vetro, rame, zinco**d. 100; h. 330**4/4 XIX secolo*

La pila italiana costituisce una modificazione della pila di Daniell ed era prevalentemente usata nei telegrafi.

Essa è formata da un vaso di vetro che presenta una strozzatura a metà circa della sua altezza. Nella parte bassa pesca una serpentina di rame, che termina in alto con un'asta ed un morsetto; un cilindro di zinco, al quale è fissato il secondo elettrodo, è appoggiato alla base del vaso superiore. Si riempie la parte inferiore del vaso, fino alla strozzatura, con una soluzione di solfato di rame; si versa

poi con cautela una soluzione di solfato di zinco, che, data la scarsa miscibilità dei due liquidi, resta confinata nella parte superiore del vaso, al di sopra della strozzatura. Ogni elettrodo risulta quindi immerso nella soluzione del suo sale.

Data di acquisto 1891<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 378.

■ **46/E - 52/E**



■ **48/E**



**47/E**

**PILE DI BUNSEN**

*Vetro, zinco, ottone, carbone, legno di noce*  
scatola 470 × 200, h. 100; vasi d. 75, h. 120  
2/4 XIX secolo

Una cassetta in legno di noce contiene una batteria di otto pile a due liquidi tipo Bunsen (in origine erano dieci), ciascuna delle quali è costituita da un vaso in vetro contenente, nell'ordine: un cilindro in carbone di storta, che termina con un anello in ottone, al quale è fissata una lingua di rame che funge da elettrodo positivo; un cilindro in materiale poroso; un cilindro di zinco, sul bordo del quale è saldata una linguetta dello stesso metallo, che funge da elettrodo negativo.

Perché la pila funzioni<sup>23</sup>, è necessario versare nell'intercapedine tra il vetro e il setto poroso che contiene il carbone, in questo caso la più esterna, una soluzione di acido nitrico e, all'interno del cilindro poroso, dove si trova lo zinco, una soluzione di acido solforico. Ponendo in comunicazione mediante un conduttore lo zinco e il carbone, la corrente scorre dal carbone (polo positivo della pila) allo zinco (polo negativo).

Questo tipo di pila fu inventata nel 1841 dal fisico tedesco Robert Bunsen (1811 – 1899); rispetto alle pile ad un solo liquido, il cui funzionamento determina la variazione di concentrazione nella soluzione elettrolitica, nonché la polarizzazione della stessa pila, cause queste della rapida diminuzione dell'inten-

sità di corrente erogata, le pile a due liquidi risolvono in parte il problema, ma la pila di Bunsen produce esalazioni tossiche di anidride nitroso-nitrica NO<sub>2</sub>. L'apparato risulta acquistato da Dell'Acqua – Milano<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> A. GANOT, op. cit., p. 37.

<sup>24</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 380.

**48/E**

**PILE DI BUNSEN IN VASO DI PORCELLANA**

*Porcellana, rame, zinco, carbone, terracotta, ottone*  
d. 120; h. 140  
C. Dell'Acqua – Milano  
2/4 XIX secolo

Due pile di tipo Bunsen formate da un vaso cilindrico di porcellana, che racchiude un cilindro di zinco a cui è fissato un elettrodo, un setto poroso e un cilindro pieno di carbone di storta, terminanti con un anello metallico sostenente l'altro elettrodo. Nel Catalogo metodico sono indicate come costruite secondo l'uso moderno, cioè col carbone nell'interno e lo zinco all'esterno<sup>25</sup>.

Sul vaso esterno è riportata la firma del fornitore, dal quale sono state acquistate nel 1853<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> PAOLO BRENNI, *Gli strumenti di fisica dell'Istituto Tecnico Toscano, Elettricità e Magnetismo*, Le Lettere, Firenze, 2000, p. 94.

<sup>26</sup> LPSAS, XLVIII, *Programmi 1853*.

**49/E**

**PILE DI BUNSEN**

*Vetro, legno, zinco, cartone, terracotta, ottone*  
d. 120; h. 160  
1/4 XX secolo

Il vaso in vetro di queste pile contiene, nell'ordine: quattro sbarre di carbone disposte a cerchio, un cilindro in materiale poroso ed una lamina in zinco. Le sbarre di carbone sono fissate al coperchio in legno e collegate tra loro da asticcioline metalliche, poste sulla faccia superiore del coperchio; anche la sbarra in zinco è fissata al coperchio, dal quale emerge il serrafili collegato con lo zinco.

Data di acquisto: 1909<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 531.

**50/E**

**PILE DI BUNSEN CON VASO IN VETRO**

*Vetro, zinco, porcellana, carbone, metallo*  
h. 210  
3/4 XIX secolo

Tre pile di Bunsen in vaso cilindrico di vetro, con lo zinco all'esterno e il carbone all'interno.

**51/E**

**PILA DI GROVE DI DUE ELEMENTI**

*Porcellana, ottone, zinco, legno di noce*  
145 × 130; h. 110  
2/4 XIX secolo

In un telaio quadrato di noce, i cui spigoli laterali sono quattro colonnine tornite, trovano posto due vasi rettangolari in porcellana.

In ciascuno dei vasi vi è una lamina di zinco, sulla quale è fissato un serrafili, sagomata in modo da racchiudere un vaso più piccolo, rettangolare, di materiale poroso. Manca una lamina in platino che doveva essere posta all'interno del vaso poroso e che fungeva da elettrodo positivo. Il vaso poroso conteneva acido nitrico, mentre il vaso più esterno acido solforico.

Questo tipo di pila, proposta dal fisico inglese William Grove (1811 – 1886), fu poco usato dato il costo elevato della lamina di platino. Il suo funzio-

■ **51/E**



namento è comunque analogo a quello della pila Bunsen.

La coppia di pile risulta fornita da Dell'Acqua - Milano<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 295.

52/E

**PILA LECLANCHÉ**

*Vetro, cartone, zinco*

*90 × 90; h. 230*

*4/4 XIX secolo*

Questo tipo di pila, proposto dal francese Georges Leclanché (1839 - 1882) è formato da un vaso di vetro in cui è inserita in una particolare ansa una lamina di zinco, terminante con un uncino che funge da elettrodo. Nel vaso è inserito un cilindro poroso riempito con un miscuglio di carbone di coke e di biossido di manganese, da cui emerge una barra di carbone, sulla quale è fissato un serrafil. Nel vaso era contenuta, fino a circa metà altezza, una soluzione di cloruro ammonico.

L'apparato all'origine comprendeva altre quattro pile analoghe e la cassetta per contenerle; esso è stato acquistato da Tecnomasio - Milano nel 1885<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 384.

■ 54/E



53/E

**PILE DI GRENET**

*Vetro, ottone, carbone, zinco*

*h. 300*

*3/4 XIX secolo*

Le tre pile di tipo Grenet<sup>30</sup> sono costituite da un vaso a boccia di vetro, della capacità di un litro, chiuso da un tappo in ottone. Due sbarre di carbone di storta, in contatto fra loro al disotto del coperchio, racchiudono una lastra di zinco che può essere alzata o abbassata mediante un perno posto al centro del coperchio. Su questo sono montati i serrafil, uno in corrispondenza dello zinco, l'altro del carbone. Nel vaso doveva essere versata una soluzione di acido solforico  $H_2SO_4$  e bicromato potassico  $K_2Cr_2O_7$ , nella proporzione indicata da Johann Poggendorf (1796 - 1877): 100 parti di acqua, 22 di acido e 17 di sale. La polarizzazione conseguente al funzionamento della pila ad un solo liquido può essere rallentata regolando la lunghezza dell'elettrodo di zinco immerso nella soluzione a circa un terzo o un quarto di quella del carbone<sup>31</sup>. Le pile sono state acquistate da Tecnomasio - Milano nel 1888<sup>32</sup>.

<sup>30</sup> P. BRENNI, op. cit., p. 94.

<sup>31</sup> A. GANOT, op. cit., p. 580.

<sup>32</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 383.

54/E

**PILA TERMOELETRICA DI NOBILI**

*Legno, bismuto, antimonio, ceralacca*

*d. 55; h. 50*

*2/4 XIX secolo*

La termopila è costituita da sedici elementi formati dalle coppie metalliche di bismuto e antimonio. Le coppie sono annegate in un mastice rossastro e racchiuse in una scatola cilindrica in legno con coperchio. Sui lati della scatola, da parte opposta, sono stati praticati due fori, nei quali erano infilati due morsetti (ora mancanti) in contatto con gli elementi all'interno della scatola.

La termopila fu ideata intorno al 1830 da Leopoldo Nobili (1784 - 1835), professore di Fisica presso il Museo Reale (La Specola) di Firenze. Essa sfrutta l'effetto termoelettrico scoperto nel 1821 da Thomas Seebeck (1770 - 1831), che consiste nella produzione di una corrente elettrica in una giunzione fra due metalli, ad esempio ferro e platino, o

■ 53/E



antimonio e bismuto, detta "coppia termoelettrica", quando tale giunzione venga scaldata da parte di una sorgente; la corrente generata è proporzionale alla temperatura.

Unendo fra loro più coppie, si ha una pila termoelettrica, che Nobili sfruttò in due modi: da un lato, insieme a Macedonio Melloni (1798 - 1854), per indagare l'energia raggiante, essendo in pratica la termopila molto più sensibile di un termometro differenziale; dall'altro, come sorgente di una corrente elettrica costante di riferimento per il galvanometro differenziale (111/E e 112/E).

Questa pila è stata probabilmente donata al Liceo nel 1846 per disposizione testamentaria da Francesco Maccarani (1776 - 1846), docente della scuola dal 1801 al 1845<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> LPSAS, LXIII, 7 maggio 1846.

55/E

**PILA TERMOELETRICA DI NOË**

*Metalli*

*d. 130; h. 130*

*Leybold - Köln*

*4/4 XIX secolo*

Questa termopila fu inventata nel 1870 dall'austriaco Franz Noë ed è formata da venti elementi, costituiti da cilindri di una lega di zinco e antimonio, saldati a fili di costantana. I cilindri sono disposti in

cerchio e ciascun elemento è connesso con un cilindro in ottone. All'interno sono fissate delle lastre in rame che, riscaldandosi alla fiamma del bunsen, trasmettono il calore alle giunzioni termoelettriche che, all'esterno, sono raffreddate dai cilindri d'ottone. La corrente generata dalla pila è disponibile a due morsetti, collegati ciascuno ad un metallo delle coppie.

Data di acquisto 1885<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 441.

56/E

**ACCUMULATORE PLANTÉ**

*Vetro, rame, carbone, ottone, piombo*

*230 × 100; h. 270*

*4/4 XIX secolo*

Un vaso di vetro di forma ellittica, chiuso da un coperchio in legno verniciato, contiene undici lastre di piombo affacciate, che sono fissate al coperchio; nella parte superiore di questo, si trovano i morsetti di collegamento.

Il primo modello di accumulatore, ideato nel 1860 da Gaston Planté (1834-1889) e detto all'epoca "generatore secondario", utilizzava due elettrodi di piombo immersi in una soluzione di acido solforico. Collegando gli elettrodi ai poli di una pila, l'elettrodo positivo si copre di ossido di piombo; l'energia chimica accumulata in tal modo viene poi restituita sotto forma di corrente elettrica secondaria, quando, staccato il collegamento con la pila, si collegano fra loro gli elettrodi.

L'apparato è stato acquistato da Tecnomasio - Milano nel 1886<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 489.

57/E

**GRIGLIE PER ACCUMULATORE**

*Piombo; ossidi di piombo*

*105 × 105*

*4/4 XIX secolo*

Quattro griglie che esemplificano la modificazione, operata nel 1880 da Camille Faure (1840 - 1898), degli elettrodi dell'accumulatore Planté, volta a migliorarne l'efficienza; le lastre compatte dell'accumulatore Planté sono sostituite con delle griglie di una lega di piombo, ricoperte poi con paste di

ossidi di piombo, fra i quali il minio.  
Le griglie sono contenute in una scatola di legno.

#### 58/E ACCUMULATORI

*Legno, metallo*  
270 × 160; h. 230  
Martignoni Mela & C. – Genova  
1/4 XX secolo

L'apparecchio è una batteria di quattro accumulatori contenuti in una cassetta di legno, chiusa da un coperchio e dotata di manico, per rendere portatile lo strumento. Sulla parete anteriore sono inserite cinque chiavi amovibili.

All'interno del coperchio è applicata una scheda con le indicazioni per ottenere potenziali e intensità di corrente diversi, spostando opportunamente le chiavi.

Lo strumento è firmato Martignoni Mela & C ed è stato acquistato nel 1907<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 553.

#### 59/E APPARATO PER GALVANOPLASTICA

*Vetro, ottone, rame, zinco, legno di noce*  
d. 220; h. 340  
Jest Torino  
3/4 XIX secolo

L'apparecchio è una pila di tipo Daniell, costituita da un doppio vaso di cristallo, quello più esterno appoggiato ad una base in legno lucido, sostenuta da tre piedini in legno tornito, quello più interno sprovvisto di fondo. In ciascuno dei due vasi pesca un elettrodo, l'uno di rame a forma di piastra, l'altro costituito da un blocco di zinco; entrambi gli elettrodi sono sostenuti da un'asta in ottone fissata alla base. All'apparecchio, che serve per la ricopertura di un oggetto con una pellicola di metallo, è allegata una moneta in rame, coniatata a Bergamo nel 1841<sup>37</sup>, in onore del musicista Giovanni Simone Mayr (1763 – 1845), maestro della Cappella di Santa Maria Maggiore, in Bergamo, dal 1802. Sulla base in legno è incisa la firma del costruttore.

<sup>37</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 123, n. 2.

#### 60/E BASE CON SOSTEGNI

*Legno, metallo, ottone*  
300 × 150  
3/4 XIX secolo

Sulla base rettangolare in legno può essere appoggiato un vaso in vetro (mancante) per esperienze di elettrochimica.

L'apparato è stato acquistato da Allemano di Torino nel 1865<sup>38</sup>.

<sup>38</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 416.

#### 61/E VOLTAMETRO

*Vetro, platino, ottone*  
d. 150; h. 190  
Tecnomasio – Milano  
3/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da un vaso cilindrico di vetro, sul cui fondo sono alloggiati due elettrodi in platino, al di sopra dei quali vi sono due tubi di vetro, chiusi ad un'estremità e sostenuti da un anello metallico che li mantiene in posizione verticale. Il voltmetro era usato per l'elettrolisi dell'acqua, ovvero per la sua decomposizione in idrogeno e ossigeno in corrispondenza degli elettrodi collegati ai poli di una pila.

La firma è incisa sulle provette.

#### 62/E VOLTAMETRO DI BUNSEN

*Vetro, platino, ottone, legno*  
d. 110; h. 280  
3/4 XIX secolo

Un cilindro in vetro (rotto) è chiuso da un tappo in legno, nel quale è fissata un'ampolla contenente gli elettrodi di platino. La parte alta dell'ampolla comunica con un tubicino ricurvo con tre piccole ampole, per la raccolta della miscela gassosa di idrogeno e ossigeno. Nella parte superiore del tappo si trovano due serrafili collegati con gli elettrodi in platino.

#### 63/E



#### 63/E CELLA GALVANICA

*Legno, vetro, ottone*  
base: 150 × 50; h. 110  
1/4 XX secolo

Una semplice cella elettrochimica di forma rettangolare è montata sopra una base di legno lucidato; le pareti anteriore e posteriore della cella sono in vetro, in modo da consentire la proiezione dei fenomeni che in essa avvengono sopra uno schermo, così da renderli visibili a tutta la classe. Ai lati della cella sono montate due colonnine alle quali sono fissate le pinze che sorreggono le lamine metalliche (mancanti), immerse nella soluzione contenuta nella cella. Le colonne sono collegate a due serrafili.

#### 64/E VOLTAMETRO DI HOFFMANN

*Vetro, metallo, legno*  
190 × 190; h. 290  
4/4 XIX secolo

Il voltmetro di Hoffmann è formato da due tubi graduati in vetro, con scala in centimetri cubi fino a 60, forniti di rubinetto nella parte superiore e uniti fra loro nella parte inferiore. Essi sono collegati ad un tubo centrale che, nella parte alta, termina con un'ampolla aperta. Nel voltmetro ci sono due elettrodi in carbone, rotti sul fondo. Il voltmetro appoggia su un supporto in legno fissato ad un'asta metallica dotata di treppiede. Questo tipo di voltmetro, utilizzato per realizzare diverse esperienze fra le quali l'elettrolisi dell'acqua, cioè la decomposizione dell'acqua nei suoi componenti idrogeno e ossigeno, fu ideato dal chimico tedesco August Wilhelm Hoffmann (1818 – 1892).  
Data di acquisto 1890.

#### 65/E VOLTAMETRO DI HOFFMANN

*Vetro, legno, ghisa*  
180 × 180; h. 910  
1/4 XX secolo

Voltmetro del tutto simile al precedente. Data di acquisto 1911.

#### 66/E APPARATO PER LE LEGGI DI FARADAY

*Metalli, vetro*  
l. 300; h. 210  
Gebr. Ruhstrat – Göttingen  
1/4 XX secolo

L'apparato serve alla dimostrazione delle leggi sull'elettrolisi formulate da Michael Faraday (1791 – 1867) ed è costituito da due bilance ad ago, nelle quali il giogo termina con un ago metallico, che ruota su una scala a zero centrale. Dalla parte opposta del giogo vi è un gancio al quale è possibile sospendere l'elettrodo per determinarne la massa. Dei piccoli perni posti su un braccio della bilancia servivano a sostenere i cavalieri (mancanti) per equilibrare la bilancia; completano l'apparato le celle elettrolitiche costituite da due vasi in

vetro di sezione rettangolare, al cui bordo sono fissati dei sostegni per gli elettrodi (lamine di argento, nichel e rame) muniti di serrafilati e un tubo in vetro a forma di U rovesciato, che pesca in entrambi i vasi. L'esperienza consiste nell'immergere un elettrodo del metallo da analizzare in una soluzione del suo sale e di collegarlo al polo positivo di una pila; l'altro elettrodo è collegato al polo negativo. Chiudendo il circuito gli ioni del metallo si depositano sull'elettrodo negativo aumentandone la massa. Dalla misura della massa depositata e della quantità di carica che è circolata nel circuito, si ottiene la verifica della prima legge di Faraday, secondo la quale la massa depositata sull'elettrodo è proporzionale alla quantità di elettricità passata nel voltmetro; la costante di proporzionalità è l'equivalente elettrochimico della sostanza. La verifica della seconda legge, secondo la quale, a parità di carica circolata nel circuito, le masse depositate sugli elettrodi sono proporzionali ai rispettivi equivalenti chimici, si ottiene allo stesso modo, ma utilizzando entrambi i vasi e immergendo in ciascun vaso, oltre all'elettrodo di ottone, l'elettrodo di un metallo diverso.

Data di acquisto 1914<sup>39</sup>.

<sup>39</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 545.

■ **70/E - 71/E**



**67/E**  
**MISURINI PER UN EUDIOMETRO**

Ottone, vetro  
provette: d. 20, l<sub>1</sub> 52, l<sub>2</sub> 22; piastra 60 × 30  
1/4 XIX secolo

Una piastrina forata in ottone presenta un incavo filettato su cui è possibile montare due provette di vetro robusto, armate in ottone, e di capacità diversa.

Una lamina può scorrere sulla piastrina per chiudere il foro. Si tratta di un accessorio di un eudiometro (conservato presso il Museo Caffi di Bergamo), già citato nell'inventario del 1804 al n° 1 della sezione *Aerometria*<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> BCB, ACMM, MIA 3509.

**68/E**  
**MODELLO DI LAMPADA ELETTRICA AD ARCO**

Legno, ottone, vetro, carbone  
d. 170; h. 360  
3/4 XIX secolo

La lampada ad arco è costituita da due cilindri di carbone appuntiti e affacciati, l'uno fissato alla

base, l'altro montato su un'asta a cremagliera e sostenuto da un braccio orizzontale infisso su un piedistallo isolato. Quando si collegano i carboni ai poli di una batteria, la forte resistenza dei carboni fa sì che le punte diventino incandescenti e, allontanate di qualche millimetro, sprigionano una luce molto intensa, che assume la forma di un arco. Durante l'emissione, il carbone collegato con il polo positivo si consuma formando un cratere. L'asta a cremagliera consente perciò di regolare con continuità la distanza tra i carboni.

**69/E**  
**LAMPADA ELETTRICA AD ARCO**

Metallo, carbone, ottone  
320 × 120; h. 220  
1/4 XX secolo

Questa lampada ad arco da 8 A e 50 V è dotata di un dispositivo elettromagnetico automatico per la regolazione della distanza tra i carboni. Data di acquisto 1901.

**70/E**  
**CASSETTA DI RESISTENZE**

Ottone, legno  
280 × 80; h. 95  
Edelmann - München  
1/4 XX secolo

Sul coperchio di una cassetta di legno lucidato sono fissate due file di blocchetti in ottone, fra loro isolati, che però possono essere posti a contatto con l'introduzione di una chiave. Ciascun blocchetto è in contatto con il filo avvolto sopra un rocchetto di legno (in tutto sei) fissato alla parte inferiore del coperchio. Variando opportunamente la posizione delle chiavi di contatto, è possibile collegare fra loro più rocchetti, avendo così a disposizione una resistenza variabile da 10 a 1000 ohm, come indica la serie di numeri posta a fianco dei blocchetti. Lo strumento è stato acquistato nel 1909<sup>41</sup> dal costruttore Max Thomas Edelmann (1845 - 1913) di Monaco di Baviera.

<sup>41</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 582.

■ **74/E - 75/E - 76/E - 77/E**



**71/E**  
**CASSETTA DI RESISTENZE**

Ottone, legno  
350 × 140; h. 160  
Physikalisch Mech Institut  
Prof. Dr. M. Th. Edelmann - München  
1/4 XX secolo

L'apparato è simile al precedente, ma è formato da sedici rocchetti che possono fornire una resistenza da 0,1 a 400 ohm. Data di acquisto 1909.

**72/E**  
**BANCO DI LAMPADINE**

Legno di noce, vetro, metallo  
690 × 780  
4/4 XIX secolo

Ad un telaio rettangolare in legno di noce sono fissati trentasei porta-lampada, nei quali sono inserite venticinque lampade tipo Edison con zoccolo a vite e con filamento singolo di carbone, dieci delle quali con bulbo piccolo; cinque lampade con bulbo grosso, tre delle quali con filamento doppio, due con filamento metallico sottilissimo a spirale. Le lampadine erano utilizzate come resistenze; ogni porta-lampada, infatti, è collegato in serie con il successivo mediante asticcioline d'ottone e, in corrispondenza di ogni fila, vi è, da un lato, un morset-

to e dall'altro una sbarra d'ottone per consentire il collegamento in parallelo.

Data di acquisto 1898<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 609.

### 73/E COPPIA DI RESISTENZE DA 25 OHM

*Costantana, ottone, legno*  
240 × 100; h. 100  
1/4 XX secolo

Su due cilindri di materiale isolante sono avvolte due bobine costituite da filo conduttore di diverso materiale; una delle due bobine è di costantana, l'altra di ottone, di lunghezze e sezioni tali da avere una resistenza di 25 ohm. I cilindri sono appoggiati ad una base in legno.

Le resistenze sono state donate al Liceo dal prof. Annibale Benetti, docente della scuola dal 1888 al 1923.

### 74/E - 75/E - 76/E - 77/E COPPIE DI RESISTENZE

*Manganina, rame, ferro, ottone, argentana, legno*  
180 × 100; 200 × 200; 200 × 100; h. 100  
1/4 XX secolo

Ogni coppia di resistenze è formata da due bobine di filo conduttore avvolte su cilindri di materiale isolante e appoggiati sopra una base di legno; i fili sono di diverso materiale e in particolare per la coppia 74/E: manganina e rame; per la coppia 75/E: ferro e ottone; per la coppia 76/E: argentana; per la coppia 77/E: costantana e bronzo.

Data di acquisto 1923.

### ■ 79/E



### 78/E RESISTENZA

*Costantana, porcellana, marmo, ottone*  
200 × 130; h. 110  
1/4 XX secolo

Resistenza di 50 ohm di filo di costantana, avvolto su un cilindro in porcellana, montato sopra una base rettangolare in marmo bianco, dotata di morsetti serrafilati.

Dai documenti risulta essere un dono del prof. Annibale Benetti, docente della scuola dal 1888 al 1923.

### 79/E PONTE A FILO DI WHEASTONE

*Legno, ottone, metallo*  
1110 × 190; h. 110  
*Officine Galileo - Firenze*  
2/4 XX secolo

Sopra una tavola in legno di mogano lucidato di forma rettangolare sono fissate, lungo i lati corti, due placche angolari in ottone che, ad un'estremità, sono collegate ad un morsetto e, dall'altra, sono in contatto tra loro per mezzo di un filo conduttore lungo un metro, sovrapposto ad una scala graduata; un cursore a tasto montato sul reoforo consente di ottenere da parte opposta del cursore, due resistenze variabili. Un'altra placca d'ottone è fissata di fronte al reoforo, sull'altro lato lungo della tavola e su di essa vi sono tre morsetti, due alle estremità e uno nel centro.

L'apparecchio serve per misurare il valore di una resistenza incognita<sup>43</sup>. Sul cursore vi è un morsetto per il collegamento con il galvanometro; l'altro polo del galvanometro deve essere collegato al morset-

to centrale della placca di ottone di fronte al reoforo; la resistenza nota e quella da determinare vanno collegate ciascuna ad una delle coppie dei restanti morsetti.

L'apparato riporta sulla base in legno la targhetta del fornitore ed è stato acquistato nel 1930.

<sup>43</sup> ELIGIO PERUCCA, *Guida pratica per esperienze didattiche di Fisica Sperimentale*, Zanichelli, Bologna, 1937, p. 561.

### 80/E PICCOLO SOSTEGNO PER FONDERE I FILI CON LA CORRENTE ELETTRICA

*Legno, ottone*  
d. 90; h. 70  
3/4 XIX secolo

### 81/E SOSTEGNI ISOLANTI DI HOLTZ

*Ottone, piombo, ebanite*  
d. 45; h. 150  
1/4 XX secolo

Quattro sostegni isolanti del tipo proposto dal fisico tedesco Wilhelm Theodor Holtz (1836 - 1913). Essi sono costituiti da un sostegno d'ottone dotato di tre fori nei quali trovano posto le viti per il fissaggio dei fili conduttori; i cilindri d'ottone sono inseriti in una base pesante e isolati rispetto a questa. Gli isolatori sono stati acquistati nel 1913<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 554.

### 82/E SERRAFILI SU BASE IN MARMO

*Ottone, marmo*  
150 × 70; h. 40  
1/4 XX secolo

Un serrafilati su base rettangolare in marmo bianco.

### 83/E SERRAFILI SU BASE IN ARDESIA

*Ottone, ardesia*  
180 × 20; h. 30  
1/4 XX secolo

Tre serrafilati su base rettangolare in ardesia che risultano essere stati donati dal prof. Benetti.

### 84/E COMMUTATORE BIPOLARE

*Legno, ottone*  
110 × 70  
4/4 XIX secolo

Commutatore montato su una base di legno lucidato, costituito da una sbarretta di ottone dotata di un pomolo in legno e imperniata all'estremità opposta in modo da oscillare fra due posizioni differenti. Ciascuna posizione è in contatto con uno dei due morsetti laterali posti sulla base in legno, mentre il morsetto centrale è collegato con la sbarretta.

Data di acquisto 1894.

### 85/E - 86/E INTERRUTTORI A TASTO

*Legno, ottone*  
160 × 70; 140 × 70  
4/4 XIX secolo

Interruttori montati su una base di legno, uno semplice (85/E) e l'altro con doppio contatto (86/E). In quello semplice, premendo il tasto, si chiude il circuito collegato ai due serrafilati posti sulla base in legno. Nell'interruttore doppio il tasto comanda contemporaneamente la chiusura di due circuiti collegati alle due coppie di serrafilati montati sulla base.

Data di acquisto 1892<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 563.

### 87/E INTERRUTTORE A COLTELLO

*Porcellana, ottone, legno*  
80 × 55  
4/4 XIX secolo

Interruttore a coltello montato su una base di porcellana. Data di acquisto 1901.

**88/E****CALAMITA NATURALE**

*Magnetite, ottone*  
65 × 65; h. 30  
4/4 XVIII secolo

Un involucro d'ottone a forma di parallelepipedo riveste un blocchetto di magnetite, che è un magnete naturale. Sulle facce laterali dell'involucro sono incise alcune decorazioni rappresentanti tralci di fiori. Su una delle basi sono predisposti dei blocchetti in ferro i quali, fungendo da poli magnetici, trasmettono ad un'ancora (mancante) l'azione attrattiva della magnetite.

Questo tipo di calamita era probabilmente usata a scopo dimostrativo, per evidenziare come la forza esercitata dal magnete fosse in grado di equilibrare il peso di oggetti ben più pesanti della calamita stessa.

**89/E****MAGNETI NATURALI ARMATI**

*Magnetite*  
50 × 50, h. 45; 45 × 45, h. 20  
1/4 XIX secolo

Due blocchi di magnetite naturale fissati ad un'armatura in ferro che forma i poli magnetici della calamita.

**90/E****CALAMITA**

*Acciaio, ottone*  
l. 250  
3/4 XIX secolo

Calamita in acciaio a forma di sbarra, costituita da

**■ 92/E - 93/E****■ 88/E - 89/E**

tre lamine affacciate e dotata di un gancio in ottone per poterla sospendere.

**91/E****CALAMITE A FERRO DI CAVALLO**

*Ferro*  
50 × 120; 25 × 60  
2/4 XIX secolo

Due piccole calamite a ferro di cavallo per esperienze sul magnetismo.

**92/E****CALAMITA A FERRO DI CAVALLO**

*Ferro*  
340 × 140; h. 60  
2/4 XIX secolo

Grossa calamita formata da nove sbarre di acciaio affacciate e piegate a forma di ferro di cavallo. La calamita può essere sospesa mediante un anello posto alla sua sommità, mentre la forza attrattiva della calamita è esercitata per mezzo di una sbarra munita di un anello, al quale può essere attaccato un carico adeguato. La calamita, secondo i documenti in archivio<sup>46</sup>, era dotata di un sostegno in noce e corredata di un masso in pietra che doveva dimostrare la sua azione attrattiva.

<sup>46</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 96, n. 2.

**93/E****FASCI MAGNETICI**

*Acciaio, legno di noce*  
base: d. 120; h. 175  
3/4 XIX secolo

Un piedistallo in noce tornito, dotato di una base circolare, sorregge un alloggiamento in legno per quattro calamite a forma di sbarra, consistenti ciascuna in tre lamine di acciaio affacciate.

Le calamite sono state fornite da Tecnomasio - Milano nel 1873<sup>47</sup>.

<sup>47</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 458.

**94/E****FASCI MAGNETICI**

*Ferro, legno*  
l. 230  
2/4 XIX secolo

Due calamite d'acciaio a forma di sbarra, costituite ciascuna da tre lamine, sono contenute in una scatola in legno munita di coperchio. Vi sono inoltre due sbarrette di ferro dolce per collegare i poli opposti delle due calamite, per evitare la loro rapida smagnetizzazione.

Le calamite, citate negli inventari come *Magazzino magnetico*, sono state acquistate da Dell'Acqua - Milano nel 1853<sup>48</sup>.

<sup>48</sup> LPSAS, XLVIII, *Programmi 1853*.

**95/E****AGHI MAGNETICI**

*Ferro, ottone*  
d. 65; h. 105  
4/4 XIX secolo

Quattro aghi magnetici su basi circolari in ottone.

**96/E****APPARATO PER MAGNETIZZARE GLI AGHI**

*Legno di noce, vetro, ottone, rame*  
240 × 150; h. 280  
3/4 XIX secolo

Su una cassetta rettangolare in legno sono monta-

ti due sostegni isolanti, che terminano con due sferette in ottone. Tra le sferette può essere inserito un cilindro in vetro, all'interno del quale si pone l'ago da magnetizzare; il cilindro a sua volta è inserito in una bobina di filo conduttore rivestito di seta. Collegando i capi del conduttore alle sferette e queste ad un generatore, la corrente che circola nella bobina genera un campo magnetico che magnetizza l'ago.

L'apparato è dotato di cinque bobine e due cilindri di vetro custoditi in un apposito cassetto inserito nella base.

L'apparecchio risulta fornito da Dell'Acqua - Milano nel 1865<sup>49</sup>.

<sup>49</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 128, n. 12; *Inventario 1871*, n. 308.

**97/E****BUSSOLA**

*Metallo, vetro*  
d. 60  
4/4 XIX secolo

Bussola a forma di orologio, racchiusa in un astuccio metallico dotato d'anello, per consentire la sua sospensione.

Sul quadrante argentato sono incise una scala angolare, da 0° a 360° e una scala semicircolare 90-0-90, per indicare gli angoli di inclinazione magnetica.

**■ 96/E**

98/E

**AGO DI DECLINAZIONE E DI INCLINAZIONE MAGNETICA**

Ottone, ferro  
d. 210; h. 300  
3/4 XIX secolo

Un lungo ago magnetico è libero di ruotare intorno ad un asse verticale<sup>50</sup> e scorre su un cerchio orizzontale graduato, saldato ad un anello appiattito. Questo è saldato ad un disco verticale libero di ruotare, il cui asse orizzontale è fissato ad un altro disco montato su tre piedi dotati di viti regolabili. Se l'asse di rotazione dell'ago magnetico è in posizione verticale, e lo zero della scala dell'arco graduato è posto in corrispondenza del meridiano geografico, la deviazione dell'indice misura l'angolo di declinazione magnetica, cioè l'angolo che il meridiano magnetico forma con il meridiano geografico. Se l'asse di rotazione dell'ago magnetico è orizzontale e l'ago si trova nel piano del meridiano magnetico, l'angolo indicato in questo caso dall'ago rispetto al piano dell'orizzonte è l'angolo di inclinazione magnetica.

Lo strumento è stato acquistato da Tecnomasio – Milano nel 1873<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> O. MURANI, op. cit., p. 508.

<sup>51</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 96, n. 9; *Inventario 1871*, n. 462.

99/E

**BUSSOLA DI INCLINAZIONE MAGNETICA**

Ottone, ferro, legno, vetro  
210 × 55; h. 370  
Grindel in Milano  
2/4 XIX secolo

Un ago magnetico è libero di ruotare intorno ad un asse orizzontale passante per il suo centro di gravità e scorre su un cerchio argentato, su cui è incisa una scala angolare in gradi con le indicazioni 0-90-0; il cerchio e l'asse di rotazione dell'ago sono fissati ad una intelaiatura di ottone posta in una scatola di legno avente due facce laterali in vetro. Sopra alla scatola, una livella a bolla d'aria in ottone consente di verificare l'orizzontalità dell'asse di rotazione dell'ago.

La scatola è montata su un cerchio orizzontale graduato, anch'esso diviso in quadranti 0-90, dotato di nonio, e sostenuto da un piedistallo in ottone, fornito di tre piedi con regolazione a vite. Al centro

99/E



della base della scatola è collegato un indice a forma di sbarra, che ruota insieme alla scatola scorrendo sulla scala.

L'angolo di inclinazione magnetica è l'angolo formato dall'ago magnetico rispetto al piano dell'orizzonte, quando l'ago si trovi nel piano del meridiano magnetico e il suo asse di rotazione sia orizzontale. Lo strumento consente di determinare il piano del meridiano magnetico, operazione preliminare alla misura della inclinazione magnetica. Infatti la scatola può essere ruotata fino a che l'ago non si disponga in direzione verticale, ad indicare che si trova nel piano perpendicolare al meridiano magnetico<sup>52</sup>. Ruotata nuovamente la scatola di 90°, ora il cerchio verticale si trova nel meridiano magnetico e l'angolo di inclinazione può essere determinato.

Lo strumento è firmato dal suo costruttore Carlo Grindel (1780–1854), meccanico dell'Osservatorio Astronomico di Brera dal 1816.

<sup>52</sup> A. GANOT, op. cit., p. 495.

100/E

**AGO DI INCLINAZIONE CON QUADRANTE E VITI DI LIVELLO**

Ottone, ferro  
l. 270; h. 220  
Tecnomasio – Milano  
3/4 XIX secolo

Una base circolare in ottone, munita di tre viti livellanti, sostiene una colonna alla quale è appoggiato un perno che funge da asse orizzontale per un ago magnetico, libero di ruotare intorno a tale asse. Alla colonna è saldato un arco di cerchio graduato, che permette di rilevare l'angolo di inclinazione magnetica.

Sulla base dello strumento è inciso il nome della ditta fornitrice. Data di acquisto 1873<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 461.

101/E

**BUSSOLA DA AGRIMENSORE**

Ferro, ottone, legno, vetro  
320 × 320; h. 50; d. 280  
Grindel Carlo fece Milano  
1840

In una scatola di legno di mogano lucidato è inserito il quadrante circolare di una bussola, nel cui centro è fissato il perno intorno al quale ruota l'ago magnetico. Il quadrante della bussola è costituito da un piatto in ottone argentato, sul quale sono incisi i punti cardinali. Un'asta in ottone, comandata da un perno posto all'esterno del quadrante con-

101/E



100/E



sente di bloccare l'ago in posizione di riposo. Il quadrante è circondato da un anello in ottone argentato, sul quale sono incise le divisioni corrispondenti ai gradi ed alla metà del grado. La bussola è ricoperta da una lastra di vetro, chiusa da una ghiera in ottone. Lungo un lato della scatola sono fissate due pinnule in ottone dotate di un foro e di una fessura, per tralasciare in una data direzione. In questo modo si può determinare l'orientazione dei traguardi rispetto al meridiano magnetico. Sul quadrante della bussola è incisa dal firma del costruttore e l'anno di costruzione.

102/E

**MODELLO DIMOSTRATIVO DELL'ESPERIENZA DI OERSTED**

Legno, carta, metallo  
d. 230  
3/4 XIX secolo

Il quadrante della bussola è costituito da un foglio di carta sul quale sono disegnati a inchiostro vari

cerchi concentrici che indicano i punti cardinali e una divisione dei quadranti in gradi. All'interno è disegnata la rosa dei venti e nel suo centro è infisso il perno su cui ruota l'ago magnetico. La bussola è inserita in una cornice in legno, che presenta agli estremi di un diametro due morsetti in ottone, nei quali è inserito un filo conduttore in rame di grossa sezione, che perciò viene a trovarsi al di sopra dell'ago magnetico.

Questo tipo di bussola serve per la realizzazione dell'esperienza con cui, nel 1820, Hans Christian Oersted (1777 – 1851) dimostrò la presenza di un campo magnetico generato dalla corrente elettrica che circola nel filo conduttore. Infatti, dopo avere orientato la bussola in modo che il filo sia nella stessa direzione dell'ago magnetico, se si collega il

■ **102/E**



■ **103/E**



conduttore con una sorgente di corrente, si vede l'ago deviare sotto l'influenza del campo magnetico generato dalla corrente elettrica.

Lo strumento inoltre può essere usato come un galvanometro per misurare, dalla deviazione dell'ago, l'intensità proporzionale della corrente, anche molto intensa, che circola nel filo.

Lo strumento è stato acquistato da Allemano di Torino nel 1865<sup>54</sup>.

<sup>54</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 417.

**103/E**  
**BUSSOLA DEI SENI E DELLE TANGENTI DI SIEMENS**

*Ottone, metallo, vetro*  
*d. 240; h. 230*  
*Tecnomasio n° 5*  
*3/4 XIX secolo*

Un quadrante graduato orizzontale, racchiuso in un anello di ottone e ricoperto da vetro, porta infisso il perno su cui ruota un ago magnetico; un anello in ottone è disposto nel piano verticale e il suo centro coincide con il centro di rotazione dell'ago magnetico. Intorno all'anello sono avvolti in modo indipendente una bobina di filo isolato e di piccola sezione e una sola spira di rame con sezione maggiore; gli avvolgimenti fanno capo a diversi serrafilii. Il quadrante e il cerchio sono fissati ad una base circolare orizzontale munita di un nonion, che ruota su un cerchio più esterno dotato di una scala graduata e sorretto da tre piedi regolabili.

Ponendo l'anello con le spire nel piano del meridiano magnetico, l'ago si dispone lungo il diametro dell'anello, contrassegnato con lo zero della scala. Facendo circolare nelle spire la corrente da misurare, l'ago, soggetto al campo magnetico prodotto dalla corrente, ruota di un angolo, la cui tangente è proporzionale all'intensità della corrente. Se poi si fa ruotare il telaio, in modo che l'anello verticale si trovi al di sopra della posizione occupata dall'ago, l'intensità di corrente diventa in questo caso proporzionale al seno dell'angolo rilevato sulla scala graduata<sup>55</sup>.

Questa bussola, proposta da Werner Von Siemens (1816 – 1892), riunisce in sé la bussola dei seni, ideata da A. De La Rive nel 1824, e la bussola delle tangenti, introdotta nel 1837 da Servais Pouillet (1790 – 1868). Va precisato che ogni bussola dei seni è anche

bussola delle tangenti ma non viceversa.

Lo strumento, marcato Tecnomasio e numerato, è stato acquistato nel 1875<sup>56</sup>.

<sup>55</sup> A. GANOT, op. cit., p. 613; O. MURANI, op. cit., p. 586.  
<sup>56</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 463.

**104/E – 105/E – 106/E**  
**TELAIO PER VISUALIZZARE LE LINEE DI FORZA DEL CAMPO MAGNETICO**

*Legno, ottone, rame*  
*155 × 155, h. 150; 160 × 160, h. 60; 200 × 180, h. 75*  
*1/4 XX secolo*

Tre telai in legno sorreggono ciascuno una lastra trasparente nella quale è inserito un filo conduttore collegato a due morsetti e avente diversa forma: un filo rettilineo, una spira circolare, una spira rettangolare. Cospargendo la superficie trasparente con limatura di ferro e facendo circolare corrente nel filo conduttore, la limatura si dispone secondo le linee di forza del campo magnetico generato dalla corrente elettrica, evidenziandone le diverse configurazioni.

**107/E**  
**TELAIO PER VISUALIZZARE LE LINEE DI FORZA DEL CAMPO MAGNETICO**

*Legno, metallo*  
*155 × 155*  
*1/4 XX secolo*

Telaio in legno nel quale sono infisse due calamite e sul quale può essere appoggiata una lastra trasparente. In questo caso la limatura di ferro posta sulla lastra evidenzia le linee di forza del campo magnetico prodotto dalle calamite.

**108/E**  
**BANCO DI AMPÈRE**

*Legno, metallo, rame*  
*400 × 400; h. 520*  
*3/4 XIX secolo*

Le esperienze che si conducono con questo apparato sono relative all'interazione fra correnti, e in particolare fra correnti angolari, come quelle che percorrono circuiti di forma rettangolare. Lo studio

di tali interazioni si deve in particolare al fisico francese André Marie Ampère (1775 – 1836), il quale, partendo dall'esperienza di Oersted che dimostrava l'esistenza del campo magnetico prodotto da un filo rettilineo percorso da corrente, scoperse e pubblicò nel 1822, e in seguito presentò all'Académie des Sciences di Parigi, le leggi che regolano l'elettrodinamica.

Il banco di Ampère è costituito da un telaio rettangolare di rame, avente le estremità collegate a due serrafilii fissati alla base in legno dell'apparato; in corrispondenza dei quattro vertici del rettangolo vi sono dei morsetti per il collegamento con la pila dei singoli tratti rettilinei del circuito. Sulla base è alloggiato un pozzetto a doppia parete per contenere il mercurio e ciascuno dei suoi scomparti è in collegamento con un serrafili. Un commutatore a mercurio posto sulla base dello strumento consente di invertire il verso della corrente circolante nel circuito. Un solenoide, una spira rettangolare semplice ed una doppia possono essere sospesi con un filo sottile al telaio fisso, in modo che i loro capi peschino ciascuno in uno degli scomparti del pozzetto contenente mercurio; i circuiti risultano perciò liberi di ruotare intorno ad un asse passante per il punto di sospensione e per il centro del pozzetto. Sospendendo la spira singola e facendo circolare corrente dapprima solo in essa, si osserva che si dispone in un piano perpendicolare al meridiano magnetico; sospendendo invece il circuito doppio, essendo un sistema astatico, non risente del campo magnetico terrestre. Se si collega ai poli di una pila anche l'intero circuito fisso, oppure uno solo dei suoi lati, si evidenziano le forze attrattive o repulsive che si instaurano fra i fili dei due circuiti percorsi da corrente nello stesso verso o in versi opposti; l'interazione fra le correnti è evidenziata anche dal solenoide.

**109/E**  
**BANCO DI AMPÈRE**

*Legno, ottone, metallo*  
*500 × 310; h. 510*  
*2/4 XIX secolo*

Sopra una base rettangolare in legno sono fissate due colonne in ottone, dotate di un braccio orizzontale, che termina con una piccola coppa per contenere mercurio; ciascuna colonna è inoltre

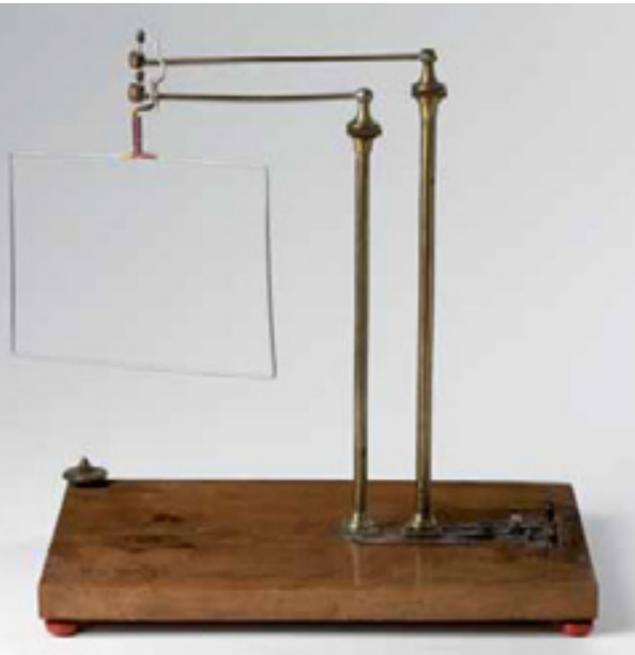
collegata ad un capo del commutatore metallico posto sulla base dello strumento. Una spira rettangolare, costituita da un filo conduttore di grossa sezione ha, ai suoi capi, due punte metalliche disposte in modo da essere l'una sopra l'altra. La punta superiore appoggia nella coppa superiore, l'altra pesca soltanto nella coppa inferiore, cosicché la spira, pur risultando in equilibrio, è libera di ruotare intorno all'asse costituito dalle punte. Se si collegano i due serrafili con i poli di una pila, in modo da far circolare corrente nella spira, si osserva che la spira si pone in un piano perpendicolare al piano del meridiano magnetico; se si avvicina una calamita, la spira ruota in un senso o nell'altro, a seconda del verso della corrente e della polarità della calamita, in modo da disporsi in un piano perpendicolare a quello della calamita<sup>57</sup>.

Questo tipo di esperienza, insieme a quelle condotte sostituendo la spira con un solenoide o con altri circuiti, mostrano le interazioni elettromagnetiche fra una calamita e un circuito percorso da corrente. Dai documenti l'apparato era dotato di tre circuiti rettangolari (due mancanti) e da un solenoide (che è stato adattato per un altro banco di Ampère)<sup>58</sup>.

<sup>57</sup> O. MURANI, op. cit., p. 534.

<sup>58</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p.129, n. 1.

#### ■ 109/E



#### 110/E

##### **TELAIO MOLTIPLICATORE DI SCHWEIGGER**

*Legno, ottone, ferro*  
190 × 30, h. 120  
4/4 XIX secolo

Su un telaio in legno di forma rettangolare sono avvolte numerose spire di un conduttore, isolato con filo di seta e collegato a due morsetti in ottone. Un ago magnetico libero di ruotare su un perno, sostenuto da una piccola base in ottone, è posto all'interno del telaio ad indicare l'orientazione del campo magnetico. Dopo aver disposto il telaio nella direzione del meridiano magnetico, se si fa circolare corrente nel conduttore, si vede l'ago deviare fino ad assumere una nuova posizione di equilibrio. Questo telaio moltiplicatore, basato sul modello ideato nel 1820 da Johann Schweigger (1779 – 1857), illustra il principio di funzionamento del galvanometro, col quale si rilevano, mediante la deviazione dell'ago magnetico, correnti anche di debole intensità.

#### 111/E - 112/E

##### **GALVANOMETRI ASTATICI (SISTEMA NOBILI)**

*Legno, ottone, rame, vetro, avorio, metallo, porcellana*  
d. 160; h. 400  
C. Dell'Acqua - Milano  
2/4 XIX secolo

Su una base in legno circolare, munita di tre piedi regolabili, è appoggiata una campana di vetro che racchiude lo strumento e alla cui sommità è posto un pomolo, al quale è fissato un sottile filo di seta. All'estremità del filo è sospeso un sistema astatico, costituito da due aghi calamitati disposti in modo da avere, da uno stesso lato, poli eteronimi, così da risentire minimamente dell'azione magnetica terrestre. L'ago superiore è al di sopra di una piastra circolare in rame, sulla quale è inciso un cerchio graduato per la lettura dell'angolo di deviazione; l'ago inferiore è all'interno del telaio moltiplicatore, costituito da una bobina di filo isolato e avvolto su un rocchetto di porcellana. I capi della bobina sono collegati a due morsetti posti lateralmente alla base dello strumento. Una vite consente di ruotare la scala graduata in modo che lo zero coincida con

#### ■ 111/E - 112/E



la direzione del meridiano magnetico.

Leopoldo Nobili (1784 – 1835), professore di Fisica presso la Specola di Firenze, realizzò questo tipo di galvanometro nel 1825, sfruttando contemporaneamente i vantaggi offerti dal sistema astatico, dalla sua sospensione in filo di seta, dall'utilizzo del telaio moltiplicatore.

Questi strumenti, firmati da Carlo Dell'Acqua, sono stati acquistati nel 1856/57<sup>59</sup>.

Risulta dai documenti che uno dei due galvanometri era annesso all'apparato di Melloni per rilevare le correnti termoelettriche.

<sup>59</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 397.

#### 113/E

##### **GALVANOMETRO A BOBINA MOBILE**

*Legno di quercia, metallo*  
170 × 160; h. 190  
1/4 XX secolo

Lo strumento, che è racchiuso in una scatola in legno con le pareti anteriore e posteriore in vetro, è costituito da una bobina posta fra le espansioni di un grosso magnete ricurvo. All'asse della bobina è fissato un ago, la cui punta termina su una scala,

posta nella parte superiore dello strumento, nella quale le divisioni sono costituite da forellini. I capi della bobina sono collegati alle boccole poste anteriormente allo strumento, sulla sua base.

Quando nella bobina circola corrente, il campo magnetico della calamita genera una coppia che costringe la bobina a ruotare. La rotazione, contrastata da una forza di richiamo esercitata da una molla, è proporzionale alla intensità della corrente. Questo strumento è da proiezione, ovvero consente di proiettare su uno schermo la scala, illuminata con una sorgente opportuna.

Data di acquisto 1922.

#### 114/E

##### **VOLTAMPEROMETRO VERTICALE A BOBINA MOBILE**

*Legno, metallo*  
280 × 180; h. 340  
Hartmann - Braun n° 152 Frankfurt a/M  
4/4 XIX secolo

Lo strumento è montato su una tavoletta in legno di noce, fissata ad una base rettangolare. Esso è costituito da una bobina avvolta su un rocchetto in cui circola la corrente da misurare. Il rocchetto, posto tra le espansioni di una calamita a forma di ferro di cavallo fissata alla tavoletta, è collegato ad un ago mobile, che scorre su una scala a zero centrale, con divisioni 10 – 0 – 10 e il suo movimento è contrastato da una molla a spirale. La scala è visibile anche sul retro dello strumento, per consentire anche all'insegnante di leggere i valori misurati. Sulla base sono fissate tre coppie di serrafili, contrassegnate con *Amp*, *Volt*, *Galv*, alle quali si collega il circuito oggetto della misura, una piccola bobina avvolta su un rocchetto di legno e una resistenza metallica (shunt) che collega le boccole corrispondenti all'amperometro. Alla bobina dell'equipaggio mobile sono collegati due fili isolati muniti di capicorda. Quando si voglia utilizzare lo strumento come amperometro o come galvanometro, i due capicorda vanno inseriti nelle due boccole contrassegnate da *Amp* o *Galv*; quando lo strumento è utilizzato come voltmetro, i capicorda vanno inseriti l'uno al morsetto indicato *Volt*, l'altro al centro della piccola bobina<sup>60</sup>. Sul retro della scala, oltre alla firma del costruttore sono riportati, in tedesco, i valori massimi misu-

rabili (50 volt o 10 ampere) e le resistenze della bobina mobile (68 ohm) e del rocchetto per le misure di potenziale (18168 ohm).

Data di acquisto 1901<sup>61</sup>.

<sup>60</sup> MAX KOHL A.G., *Catalogue no 100, Tome III, Appareils de Physique*, p. 911.

<sup>61</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 600.

### 115/E GALVANOMETRO A SPECCHIO

*Metallo*  
130 × 120; h. 190  
*Physikalische Werkstatt – Göttingen*  
matr. 6585  
1/4 XX secolo

Lo strumento è un galvanometro a bobina mobile, nel quale la bobina è mantenuta in equilibrio fra le espansioni di un magnete mediante un filo sul quale è fissato un piccolo specchio. Quando la corrente circola nella bobina, essa ruota per effetto dell'interazione con il campo magnetico fino a che la torsione del filo di sospensione non equilibra l'azione elettromagnetica. Un fascio di luce che incida sullo specchio perpendicolarmente quando l'intensità della corrente è nulla, viene riflesso con un angolo proporzionale all'intensità della corrente da misurare e, giungendo sopra una scala opportunamente tarata, ne indica il valore.

Il principio di funzionamento di questo galvanometro è da collegarsi al modello ideato nel 1878 da Marcel Depretz (1843 – 1918), ingegnere elettrotecnico francese, successivamente modificato da

### 116/E



### 114/E



Arsène d'Arsonval (1851 – 1940) e noto con il nome di galvanometro Depretz – d'Arsonval.

Lo strumento è montato sopra una mensola fissata al muro dell'aula di fisica; nella stessa aula è montata una grande scala semitrasparente sulla quale incide la luce proveniente dal galvanometro, così da rendere visibile a tutta la classe il valore indicato dallo strumento.

Data di acquisto 1930.

### 116/E APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLE CORRENTI INDOTTE

*Legno, cartone, ottone, rame, ferro*  
d. 130; h. 280; l. 300  
3/4 XIX secolo

Un piedistallo in noce tornito sorregge una staffa che porta un cilindro cavo in legno, sul quale è avvolto un filo conduttore isolato, le cui estremità sono collegate a due serrafili. Il cilindro è poi ricoperto di carta e nella sua cavità interna può essere inserito un secondo cilindro, fornito di impugnatura, sul quale è avvolto del filo conduttore collegato a due serrafili. Lungo l'asse del cilindro è inserito

un nucleo di ferro.

Collegando il cilindro dotato di manico (circuito primario) con un generatore di corrente e il cilindro cavo (circuito secondario) con un galvanometro, si evidenzia il fatto che, muovendo il primario nella cavità, si instaura nel secondario una corrente indotta, che è più intensa se nel primario si inserisce il traferro. La stessa esperienza può essere condotta muovendo nella cavità del secondario una calamita.

Lo strumento è stato acquistato da Tecnomasio – Milano nel 1865<sup>62</sup>.

<sup>62</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 423.

### 117/E CILINDRO IN FERRO DOLCE INFISSE SU PIEDE IN LEGNO

*Ferro, legno, avorio*  
base d. 80; h. 200  
3/4 XIX secolo

Un elegante piedistallo in noce tornito sorregge un braccio orizzontale nel quale è infisso un cilindro di ferro dolce, mantenuto in posizione da una vite in avorio. L'apparato serve per effettuare esperienze sull'induzione elettromagnetica.

### 118/E ELETTRICALAMITA

*Acciaio, legno, ottone, rame*  
d. 55; l. 800  
*Allemano G. – D. Gastaldi Torino*  
4/4 XIX secolo

Una sbarra calamitata in ferro, dotata nella sua parte centrale di un'impugnatura in legno, presenta a ciascuna estremità un rocchetto, sul quale sono avvolte numerose spire di un sottile filo conduttore isolato con la seta. Fra l'impugnatura e ciascun rocchetto sono invece avvolte poche spire di un filo isolato, di sezione maggiore; le estremità dei conduttori sono collegate a due serrafili posti sull'impugnatura.

La corrente che circola nel filo conduttore genera un forte campo magnetico, che magnetizza il ferro della sbarra, cosicché esso si comporta come un magnete.

### 119/E CAMPANELLO ELETTRICO

*Legno, metallo, vetro*  
d. 145; h. 250  
4/4 XIX secolo

Lo strumento, che è montato su una base in legno tornita, è costituito da un'elettrocalamita, da un'ancora collegata al batocchio e dalla campana. L'ancora e il filo conduttore, avvolto sui rocchetti dell'elettrocalamita, sono collegati a due morsetti posti sulla base dello strumento. Quando nell'elettrocalamita circola corrente, il nucleo in ferro attira l'ancora che, contemporaneamente, batte sul campanello e apre il circuito; la corrente perciò cessa e con essa anche l'azione attrattiva della calamita. L'ancora ritorna nella posizione di riposo e chiude nuovamente il circuito, cosicché il processo ricomincia.

Dai documenti risulta che questo apparato è stato acquistato da un mercante di Bergamo nel 1885.

### 120/E RELAIS TELEGRAFICO DI HIPPE

*Legno, ottone, metallo, vetro*  
d. 160; h. 250  
*C. Dell'Acqua - Milano*  
2/4 XIX secolo

Il relais è costituito da un'elettrocalamita formata da due rocchetti in legno, sui quali è avvolto a spirale un filo conduttore isolato con la seta, e che hanno all'interno della cavità un cilindro di ferro dolce. Sopra i rocchetti è posta l'ancora in ferro fissata ad una leva che, oscillando intorno ad un perno orizzontale, apre o chiude il contatto con una punta metallica sorretta da una piccola colonna posta davanti all'elettrocalamita. Per riportare l'ancora alla sua posizione di partenza, questo relais impiega una molla antagonista, fissata alla leva e all'estremità superiore della colonna cava in ottone. La leva, a riposo, appoggia su una vite in contatto con la colonna. L'elettrocalamita deve essere collegata in serie con la linea di alimentazione del telegrafo; le due colonne vanno invece inserite nel circuito contenente una pila e il ricevitore telegrafico.

Quando l'ancora è attirata dall'elettrocalamita, eccitata dalla corrente elettrica che giunge dalla linea, la leva chiude il circuito di collegamento fra la pila

## ■ 120/E



locale e il ricevitore; in questo modo, la debole corrente che giunge attraverso la linea dalla stazione telegrafica emittente risulta rafforzata dalla corrente della pila.

Il relais è fissato ad una base circolare in legno tornito, dotata di tre piedini e di cinque morsetti per i collegamenti elettrici ed è protetto da una campana di vetro asportabile. Questo relais si ispira al modello ideato dal costruttore svizzero Mathaeus Hipp (1813 – 1895), ma se ne differenzia impiegando una sola molla, anziché due come nel modello originale.

Dai documenti, risulta essere un accessorio del telegrafo Morse (121/E) acquistato nel 1856.

## 121/E - 122/E

**TELEGRAFO MORSE**

*Legno, ottone, metallo*

*460 × 130, h. 200; tasto: 250 × 96, h. 90*

*C. Dell'Acqua - Milano n° 20*

*2/4 XIX secolo*

L'apparato è un modello didattico di un telegrafo

## ■ 121/E - 122/E



tipografico a una sola stazione e consiste di un ricevitore Morse, di un tasto trasmettente e di un relais (120/E); il ricevitore è montato su una base di legno lucido e consta di una elettrocalamita, formata da due rocchetti in legno, con all'interno un cilindro di ferro dolce, sui quali è avvolto un filo sottile isolato in seta e collegato a due morsetti posti sulla base dello strumento. Al di sopra delle espansioni dell'elettrocalamita vi è l'ancora, solidale con una leva in legno, il cui fulcro è una colonnina in legno tornito; la leva, in assenza di corrente proveniente dalla linea, è mantenuta sollevata rispetto all'elettrocalamita da una molla verticale. All'estremità opposta rispetto all'ancora vi è una punta che può toccare il nastro di carta. Quest'ultimo è avvolto sopra una ruota in legno, e scorre al di sopra della punta scrivente per mezzo di un sistema di ruote dentate in ottone mosse da contrappesi. Quando nell'elettrocalamita circola corrente proveniente dalla linea, il transfero si magnetizza e attira l'ancora che, abbassandosi, costringe la punta scrivente ad incidere un segno sulla carta, la cui lunghezza è proporzionale al tempo di chiusura del circuito.

Il trasmettente è una leva che può oscillare intorno ad un asse orizzontale costituito da due perni; da un lato la leva termina con una punta metallica, dall'altra sorregge un tasto. La leva è montata su una base il legno sulla quale vi sono due morsetti. Uno dei morsetti è in contatto con il fulcro della leva per il collegamento con la linea e quindi con il ricevitore; l'altro morsetto fa capo ad un perno su cui può appoggiare il tasto della leva, per stabilire il contatto con una pila. Abbassando il tasto, si chiude il circuito della linea sopra la pila, perciò all'elettrocalamita del ricevitore giunge corrente. Per rafforzare l'intensità di corrente che in un telegrafo reale giunge dalla linea, si inserisce nel circuito prima del ricevitore un relais (120/E) collegato ad una pila locale.

Questo tipo di telegrafo, che utilizzava il codice Morse nel quale alle lettere dell'alfabeto corrispondono insieme di punti e linee, fu ideato dall'americano Samuel Morse (1791 – 1872), che lo mostrò pubblicamente nel 1837. Nello stesso anno anche l'inglese Charles Wheatstone (1802 – 1875) brevettò il suo telegrafo elettrico che, a differenza di quello di Morse, si basava sulla deviazione subita da una serie di aghi. L'impulso all'invenzione del telegrafo si ebbe grazie allo sviluppo della rete fer-

roviaria, che, proprio a partire dal 1830, si arricchì di migliaia di chilometri di ferrovie e di conseguenza di linee telegrafiche, che collegavano gli uffici telegrafici situati in ogni stazione.

Il telegrafo, acquistato nel 1856<sup>63</sup>, è firmato sopra il sistema scrivente del ricevitore.

<sup>63</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 408.

## 123/E

**PENDOLO DI WALTENHOFEN**

*Metallo, legno*

*340 × 140 × 540*

*4/4 XIX secolo*

Fra le espansioni di una elettrocalamita può oscillare un pendolo, costituito da un'asta rigida che sostiene una piastra in rame pieno o a forma di pettine. Se, dopo aver fatto oscillare il pendolo, si immette corrente elettrica nell'elettrocalamita, il movimento del pendolo risulta smorzato per l'azione delle correnti indotte nella piastra. Lo smorzamento che si ha con la piastra a pettine è minore di quello che si verifica con la piastra piena, dato che in quest'ultima le correnti indotte sono di maggiore intensità e di conseguenza l'energia dissipata è maggiore.

Data di acquisto 1894.

## 124/E

**DISCO DI RAME PER LE CORRENTI INDOTTE**

*Legno, rame, metallo*

*200 × 380; h. 400*

*1/4 XX secolo*

L'apparecchio è costituito da un disco di rame, che può ruotare con poco attrito intorno ad un asse verticale; il disco è sostenuto da un braccio che può alzarsi ed abbassarsi lungo una colonna e che è collegato a un serrafili. L'asse del disco sorregge un cerchio di cartoncino leggero colorato da un lato di rosso e dall'altro di bianco. Un serrafili collegato ad una linguetta metallica può essere posizionato in modo che la linguetta tocchi il disco in diversi punti. Un'elettrocalamita costituita da due rocchetti montati su un perno può essere posizionata al di sotto del disco di rame e messa in rotazione mediante una macchina. Il movimento del-

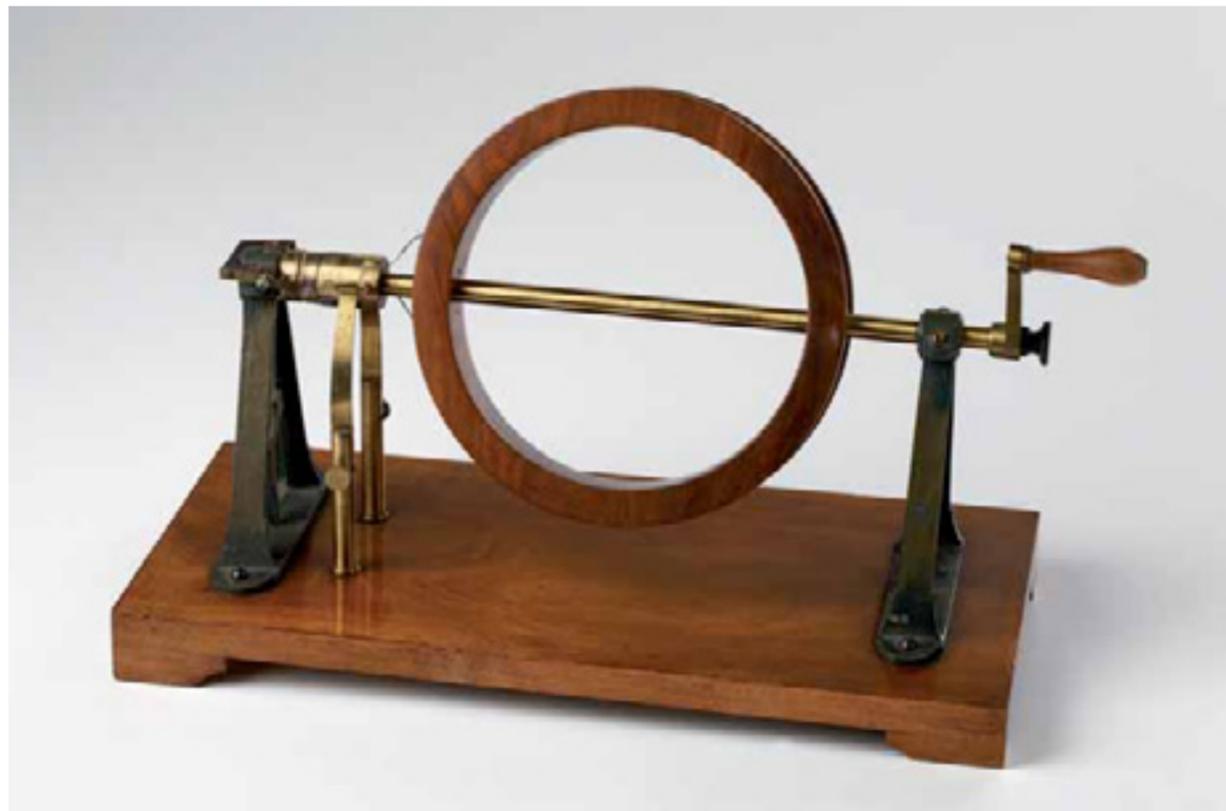
l'elettrocalamita genera nel disco delle correnti indotte la cui interazione con il campo magnetico delle calamite provoca la rotazione del disco, evidenziata dal moto del piattello bianco e rosso.

**125/E**  
**INDUTTORE TELLURO – ELETTRICO DI PALMIERI-DELEZANNE**

*Legno, metallo*  
*440 × 210; h. 200*  
*3/4 XIX secolo*

L'apparato è costituito da un cerchio in noce fissato, lungo un suo diametro, ad una sbarra in ottone che può ruotare per mezzo di una manovella; la sbarra è sostenuta da due supporti metallici, montati sopra una base rettangolare in legno di noce. Sul cerchio è avvolto un filo conduttore isolato con la seta, avente i capi connessi con due anelli continui, fissati all'asse del telaio, e con un commutatore, costituito da due semianelli isolati fra loro. Due coppie di contatti striscianti consentono di prelevare la corrente e di inviarla al galvanometro.

■ 125/E



Dato che il telaio è immerso nel campo magnetico terrestre, quando lo si pone in rapida rotazione intorno ad un asse che sia inclinato rispetto al piano del meridiano magnetico, la variazione di flusso del campo magnetico terrestre concatenato con il circuito genera una corrente elettrica che è massima se l'asse di rotazione è perpendicolare al piano del meridiano magnetico. Dato che ogni mezzo giro la corrente inverte il senso di percorrenza nel circuito, collegando il galvanometro agli anelli si evidenzia il carattere pulsante della corrente; se invece si utilizzano i contatti sui semianelli del commutatore si ottiene corrente raddrizzata.

**126/E**  
**GENERATORE MAGNETO – ELETTRICO DI CLARKE**

*Acciaio, legno, ottone*  
*510 × 220; h. 280*  
*2/4 XIX secolo*

Dopo che Michael Faraday (1792 – 1867) ebbe scoperto nel 1831 il fenomeno dell'induzione elettro-

magnetica e ne ebbe formulato le leggi, furono costruiti vari modelli di generatore magneto-elettrico che ottenevano corrente elettrica in un circuito, sfruttando il suo movimento in un campo magnetico. In particolare il costruttore di strumenti inglese Edward Clarke, attivo fra il 1804 e il 1846 a Londra, ideò uno strumento che sfruttava il movimento rotatorio di due rocchetti nel campo magnetico prodotto da una grossa calamita a ferro di cavallo. Il modello originale, tuttavia, si differenzia dall'apparecchio in oggetto, in quanto montava il magnete in verticale.

In questo modello il magnete, disposto orizzontalmente, è costituito da un fascio di sei sbarre magnetizzate piegate a forma di U ed è appoggiato su quattro colonnette tornite, in modo che le sue espansioni siano al di sopra di una coppia di elettrocalamite; queste sono formate da bobine di filo isolato avvolte in senso opposto su rocchetti di legno. I cilindri di ferro dolce posti all'interno di ogni rocchetto sono in contatto fra loro al di sotto

■ 126/E



dei rocchetti, per mezzo di una piastra dello stesso metallo. Le elettrocalamite sono fissate ad un perno che può essere messo in rotazione mediante una puleggia azionata da una ruota con pomolo, impernata sulla base dell'apparecchio. I capi degli avvolgimenti delle bobine da un lato sono collegati fra loro e dall'altro fanno capo ad un commutatore. Questo è formato da due semianelli isolati fra loro e montati sull'asse di rotazione, al di sotto delle bobine; due contatti striscianti sono collegati ai serrafili che consentono di prelevare la corrente generata dal movimento delle bobine.

Nel Catalogo metodico<sup>64</sup> sono riportati diversi accessori (tutti mancanti), fra i quali *due cilindri d'ottone da tenersi in mano per ricevere le scosse coi loro strettoi, fatti a vite per attaccarsi ai serrafili*, per applicazioni fisiologiche.

L'apparato è stato acquistato prima del 1858<sup>65</sup>.

<sup>64</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 137, n. 1.  
<sup>65</sup> BCB, *Notizie patrie* 1858.

127/E

**MODELLO DI MOTORINO MAGNETO ELETTRICO AZIONANTE UNA POMPA**

Ottone, vetro, rame, metallo smaltato, legno  
200 × 130; h. 200

Longoni - Dell'Aqua Tecnomasio - Milano  
3/4 XIX secolo

Si tratta di un modello dimostrativo della possibilità, mediante l'impiego di un'elettrocalamita, di trasformare l'energia elettrica fornita da una pila in energia meccanica, aspirando con una pompa l'acqua contenuta in una vaschetta posta sulla base dello strumento.

Sulla base rettangolare in legno lucido sono montati un'elettrocalamita, una colonna in ottone che sorregge l'asse di una ruota verticale, il corpo di tromba in vetro della pompa che comunica attraverso un condotto nascosto con una vaschetta circolare che raccoglie l'acqua. L'elettrocalamita è formata da una bobina di filo conduttore isolato avvolto su un rocchetto nel cui interno vi è un cilindro di ferro dolce; i capi dell'avvolgimento sono collegati a due serrafili posti sulla base in legno. Le estremità del traferro si affacciano ad una staffa mobile, collegata mediante un'asta e una piccola biella alla ruota verticale. All'asse della ruota è fissato un perno ellittico che entra in contatto, ad ogni mezzo giro della ruota, con

■ 127/E



una lamina per aprire e chiudere il circuito; all'estremità dell'asse vi è una ruota dentata con un eccentrico al quale è imperniato il pistone della pompa. Quando ai morsetti arriva la corrente, l'elettrocalamita attira la staffa che trasmette il movimento alla ruota; lo stantuffo della pompa si solleva, aspirando l'acqua dalla vaschetta, ma l'interruttore a tasto apre il circuito, così la staffa, non più attratta dalla calamita, ricade e costringe lo stantuffo della pompa ad abbassarsi, spingendo l'acqua ad uscire dal beccuccio. Di nuovo l'interruttore chiude il circuito e tutto ricomincia.

L'oggetto è stato fornito dal Tecnomasio di Milano nel 1868<sup>66</sup>.

<sup>66</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Catalogo metodico*, p. 128, n. 14.

128/E

**MODELLO DI MACCHINA DINAMO ELETTRICA**

Metallo, ghisa, legno

300 × 130 × 190

4/4 XIX secolo

La macchina è costituita da una elettrocalamita, formata da due grandi bobine di filo isolato avvolte intorno a due barre di ferro dolce, da una parte collegate fra loro mediante un'altra barra dello stesso metallo e dall'altra modellate in modo da alloggiare l'indotto ad anello.

L'indotto ruota intorno all'asse orizzontale per mezzo di un volante azionato da una manovella.

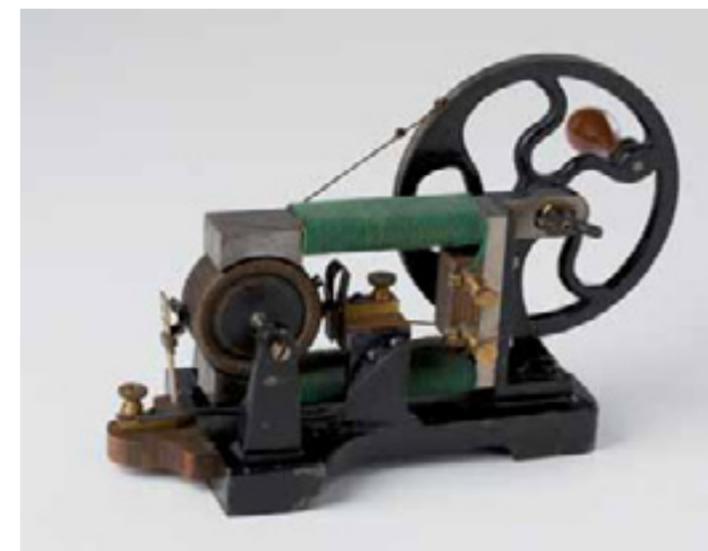
Due contatti striscianti all'esterno dell'indotto prelevano la corrente alternata generata per effetto della rotazione dell'anello fra le espansioni della calamita. La macchina è autoeccitatrice, cioè la corrente generata nella rotazione, che all'inizio è dovuta solo al magnetismo residuo nel traferro, è inviata alla elettrocalamita che quindi genera un campo magnetico molto più intenso e di conseguenza anche la corrente aumenta di intensità.

Negli inventari è indicata come Macchina di Pacinotti, ma l'indotto è semplificato rispetto al modello originale. I contatti, infatti, strisciano direttamente sull'avvolgimento, costituito da semplici fili e non da bobinette, eliminando così il collettore.

La macchina è stata acquistata dalla ditta Leybold's Nachfolger di Colonia nel 1885<sup>67</sup>.

<sup>67</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 432.

■ 128/E



131/E

**APPARATO PER LA ROTAZIONE ELETTROMAGNETICA E MOTORINO DI RITCHIE**

Metallo, vetro, legno

190 × 170; h. 230

2/4 XIX secolo

L'apparato, che consiste di una calamita a ferro di cavallo, sostenuta da un treppiede e disposta verticalmente, consente due dimostrazioni: le rotazioni elettromagnetiche secondo Faraday e Ampère e il funzionamento di un motorino elettromagnetico.

Nel primo caso si pone il mercurio nei due anelli di legno fissati intorno ai rami della calamita, e dotati di un morsetto per il collegamento con una pila; al di sopra delle espansioni della calamita si appoggiano due telai metallici dotati di un perno che alloggia nella punta della calamita. Quando nel telaio circola corrente, esso si pone in rotazione, a causa dell'interazione tra la corrente e il magnete. Per dimostrare il funzionamento del motore elettromagnetico ideato dal fisico inglese William Ritchie (1790 - 1837) si riempie di mercurio il contenitore in vetro a due scomparti fissato al sostegno centrale e che regge, mediante una punta, una elettrocalamita formata da un'asta di ferro, alle cui estremità si trovano due avvolgimenti. I capi di tali avvolgimenti pescano nella vaschetta contenente mercurio. Se l'elettrocalamita è eccitata, essa si pone in rotazione per effetto dell'interazione coi poli magnetici e il suo

129/E

**DINAMO CON ANELLO DI PACINOTTI**

Metallo, legno

base: 540 × 430; h. 410

4/4 XIX secolo

L'apparecchio è costituito da un anello di Pacinotti, posto fra due elettrocalamite costituite da larghi rocchetti piani affacciati. Una puleggia dotata di una manovella può essere messa in rotazione manualmente, così da trasmettere il movimento all'indotto.

L'indotto, ideato nel 1861 dal fisico italiano Antonio Pacinotti (1841 - 1912), è costituito da un anello laminato di ferro sul quale sono avvolti un numero pari di gruppi di spire, in serie fra loro; ciascun gruppo è poi collegato ad un segmento di un cilindro metallico, il collettore, posto all'interno dell'anello e ad esso coassiale<sup>68</sup>. L'asse orizzontale intorno al quale ruotano l'anello e il collettore è mantenuto lubrificato dall'olio che proviene attraverso due tubicini da un piccolo serbatoio posto sulla sommità dell'apparecchio. Due contatti striscianti in corrispondenza degli estremi di un diametro del collettore prelevano la corrente continua generata per effetto della rotazione dell'anello fra le espansioni della calamita.

<sup>68</sup> OLIVIERI E RAVELLI, *Elettrotecnica*, vol II, Cedam, Padova, 1972, p. 17.

130/E

**DINAMO**

Metallo, legno

base: 500 × 300; h. 410

1/4 XX secolo

In questo modello di dinamo, l'indotto, a tamburo e dotato di collettore a dodici sezioni, è montato su un perno orizzontale ed è posto fra le espansioni di un elettromagnete fisso.

Il movimento rotatorio viene impresso all'indotto azionando manualmente un volante, collegato all'asse di rotazione del tamburo mediante una cinghia (mancante). La corrente prelevata al collettore alimenta il circuito collegato con una lampadina. La dinamo è reversibile e può fungere da motore elettrico.

Data di acquisto 1909<sup>69</sup>.

<sup>69</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 667.

■ 131/E



movimento è reso continuo dal fatto che i capi degli avvolgimenti, ad ogni mezzo giro, invertono la polarità della corrente pescando alternativamente nell'uno e poi nell'altro degli scomparti di mercurio.

132/E

**MICROFONO A CARBONE DI HUGHES**

*Legno, ottone, carbone*  
150 × 70; h. 120  
4/4 XIX secolo

Questo tipo di microfono, inventato nel 1878 da David Hughes (1831 – 1900), sfrutta le variazioni della resistenza che si hanno nei punti di contatto di due conduttori, quando tali punti vibrano. Esso consiste di un fuso in carbone, montato in verticale fra due pezzetti dello stesso materiale, che sono fissati ad una tavoletta in legno e collegati a due serrafili; la tavoletta è montata sopra una cassetta di risonanza in legno avente i lati aperti. Il microfono è molto sensibile, in quanto rileva anche piccole vibrazioni che si producono in prossimità del carbone e che possono essere udite se si collega il microfono con una pila e un ricevitore telefonico. Il microfono è stato acquistato dalla ditta Leybold's Nachfolger di Colonia nel 1885.

133/E

**MICROFONO A CARBONE DI HUGHES**

*Legno, metallo*  
170 × 80; h. 200  
1/4 XX secolo

Questo microfono, di costruzione artigianale, è una variante del modello precedente ed è costituito da tre carboni montati in verticale. Sopra di essi una membrana di legno permette di amplificare le vibrazioni delle onde sonore.

134/E

**RICEVITORE TELEFONICO**

*Legno, metallo*  
180 × 95; h. 100  
4/4 XIX secolo

L'apparato è il modello dimostrativo di un trasmettitore o ricevitore del tipo ideato nel 1876 da Alexander Bell (1847 – 1922).

Esso consiste di una sbarra magnetizzata alla cui estremità è montata una bobina, collegata a due serrafili. Anteriormente alla bobina vi è una lamina d'acciaio che vibra quando è sollecitata dalle vibrazioni dell'aria, quindi dai suoni, e che produce nella sbarra delle variazioni del campo magnetico che, a loro volta, generano per induzione una corrente elettrica nella bobina.

Il ricevitore è stato acquistato nel 1885 da Leybold's, Nachfolger di Colonia<sup>70</sup>.

<sup>70</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 434.

135/E

**TELEFONO - TIPO BELL**

*Legno*  
d. 90; h. 180  
*POUR LA FRANCE Téléphone*  
4/4 XIX secolo

L'apparecchio consiste di un trasmettitore e di un ricevitore di tipo Bell, racchiusi ciascuno in un involucro di legno e collegati fra loro da due fili rivestiti di cotone. I due apparecchi sono identici ed intercambiabili. La vibrazione della lamina in acciaio, dovuta al suono, si trasforma nel trasmettitore in una corrente elettrica che, attraverso la linea, giunge al ricevitore, determinando un fenomeno simmetrico rispetto a quanto è avvenuto nel trasmettitore: la corrente produce una variazione del campo magnetico della calamita che si traduce nella vibrazione della lamina metallica, ottenendo così la riproduzione dei suoni.

Il telefono è stato acquistato dal Tecnomasio di Milano nel 1878.

136/E

**TELEFONI DA CAMPO**

*Legno, metallo*  
320 × 130; h. 250  
*Siemens & Halske*  
1/2 XX secolo

I due apparecchi telefonici sono contenuti ciascuno in una cassetta di legno. Nel coperchio è alloggiato il microfono-ricevitore dotato di impugnatura, mentre la scatola contiene il campanello elettrico e la dinamo azionata da una manovella posta sul lato della cassetta, per dare corrente al circuit

■ 134/E - 135/E



to locale. Nella parte superiore della scatola un setto di legno alloggia i morsetti per i collegamenti elettrici che consentono di commutare l'apparecchio, che normalmente può ricevere chiamate segnalate dal campanello, a trasmettitore a sua volta di chiamata.

137/E

**ROCCHETTO DI RUHMKORFF**

*Legno, metallo*  
570 × 260; h. 300  
*Tecnomasio - Milano matr. 35518*  
3/4 XIX secolo

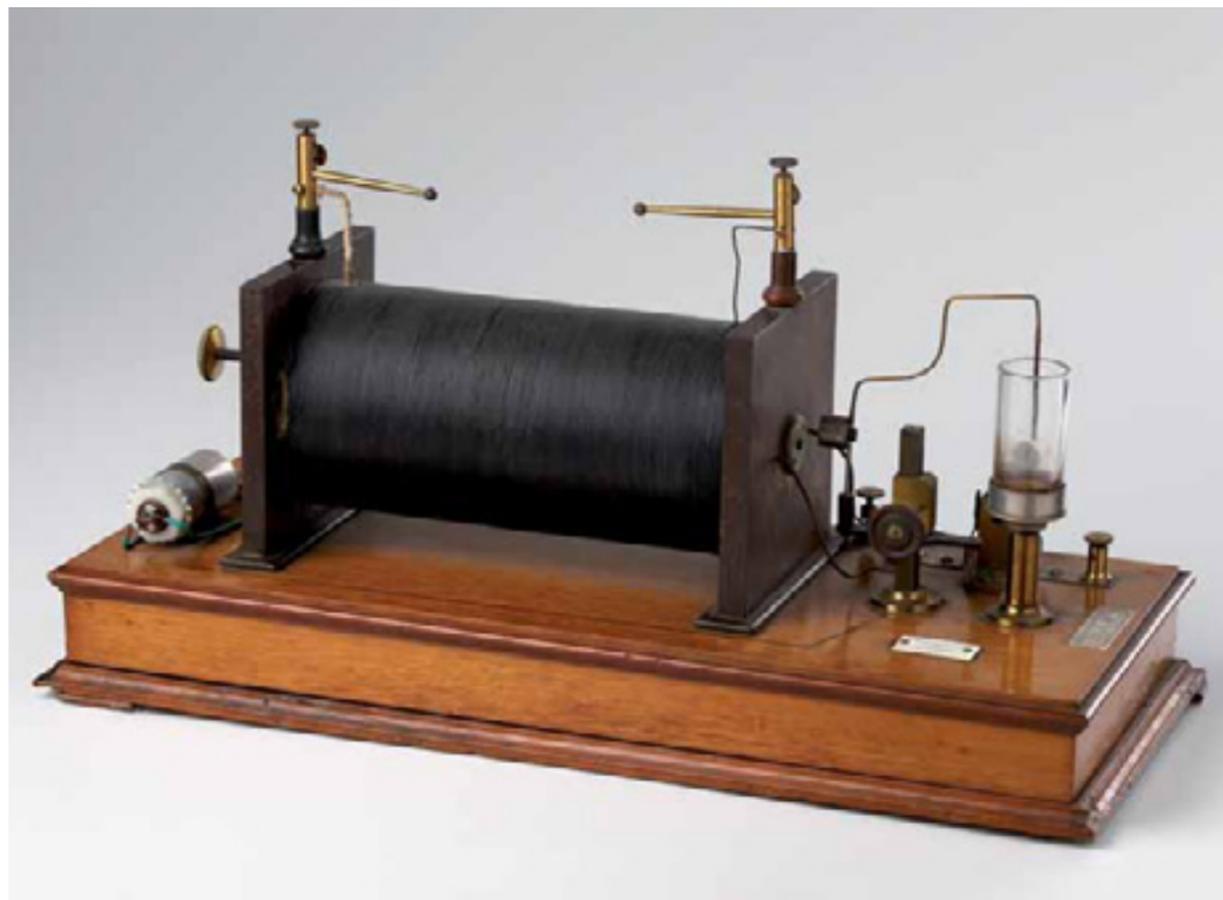
Sopra una base rettangolare in legno è fissato il rocchetto costituito da due bobine coassiali, l'una interna all'altra, con al centro un nucleo in ferro; il rocchetto più interno è avvolto con poche spire di filo conduttore isolato, di grossa sezione, che costituisce il primario; sul rocchetto più esterno sono avvolte molte spire di filo sottile, che costituiscono il secondario. I capi del primario sono collegati ad un commutatore posto sulla base dello strumento, al quale fanno capo i poli di una pila; i capi del secondario invece sono collegati ad uno scaricatore posto al di sopra del rocchetto.

Quando al primario giunge una corrente variabile, nel secondario, per il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, si genera una corrente indotta tanto più elevata quanto più rapida è la variazione e le differenze di potenziale ai capi del secondario sono tali da produrre scariche elettriche nell'aria fra le due punte dello scaricatore. Per

fare in modo che la corrente ai capi del primario sia rapidamente variabile, si utilizza un interruttore a martello o, come nell'apparato qui descritto, a mercurio. Tale interruttore consiste di un'ancora metallica dotata ad una estremità di una punta che pesca nel mercurio contenuto in una vaschetta, chiudendo il circuito che alimenta con una pila il primario; quando il circuito è chiuso, la corrente elettrica magnetizza il traferro e quest'ultimo attira l'ancora interrompendo il circuito, in quanto la punta all'estremità opposta si solleva dal mercurio; il ferro si smagnetizza e la punta dell'ancora ricade nel mercurio, richiudendo il circuito. Accanto all'interruttore a mercurio vi è un commutatore che consente di variare la polarità della pila collegata al primario; un condensatore aggiunto recentemente consente di aumentare la lunghezza della scintilla. Sulla base del rocchetto una targhetta riporta il nome del fornitore. Data di acquisto 1877<sup>71</sup>.

<sup>71</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1888*, n. 425.

■ **137/E**



**138/E**  
**BOBINA DI INDUZIONE**

*Legno, metallo*  
*d. 250; l. 500; supporto: 770 × 790*  
*1/4 XX secolo*

Il rocchetto, che è montato su un quadro verticale in legno dotato di piedi, è ricoperto di ebanite ed ha il primario, o induttore, che è più lungo del secondario, caratteristica delle bobine di tipo tedesco<sup>72</sup>; l'induttore può essere spostato all'interno dell'indotto e presenta quattro possibilità di inserimento di altrettanti circuiti, per ottenere al secondario tensioni diverse; sopra l'indotto sono montate la punta e il piattello per la produzione della scarica elettrica, che, in questo apparato, può raggiungere i trenta centimetri.

Al rocchetto sono annessi diversi accessori:

- un quadro di controllo e comando sul quale vi sono un interruttore a coltello, un commutatore per l'inserimento dei diversi circuiti del primario, un reostato, un amperometro e due fusibili mon-

- tati in porcellana (**138a/E**);
  - un interruttore a mercurio a motore (140/E)
  - un interruttore elettrolitico di Wehnelt (139/E).
- Data di acquisto 1925.

<sup>72</sup> MAX KOHL A.G., *Catalogue no 100, Tome III, Appareils de Physique*, p. 981.

**139/E**  
**INTERRUTTORE WEHNELT**

*Vetro, porcellana, legno, metallo*  
*300 × 200; h. 500*  
*1/4 XX secolo*

Questo interruttore, che costituisce un accessorio del rocchetto ad induzione 138/E, si basa sul riscaldamento subito da un piccolo elettrodo affacciato ad uno molto più grande, entrambi immersi in una soluzione elettrolitica. Una vasca di vetro chiusa da un coperchio in legno racchiude una lastra di piombo, il catodo, immersa nella soluzione; un filo in platino funge da anodo ed è racchiuso in un tubet-

■ **138/E - 139/E**



to isolante, in modo che solo la punta peschi nella soluzione. L'elettrodo di platino si ricopre rapidamente di gas, che interrompe periodicamente il circuito, in modo molto rapido, raggiungendo anche le due mila interruzioni al secondo<sup>73</sup>.

Data di acquisto 1925.

<sup>73</sup> P. Brenni, op. cit., p. 186.

**140/E**  
**INTERRUTTORE A MERCURIO**

*Metallo, legno*  
*300 × 500*  
*1/4 XX secolo*

Interruttore a mercurio a motore, per correnti continue, costituisce un accessorio della bobina ad induzione 138/E.

Sopra una tavola in legno disposta verticalmente è montato il motore elettrico sorretto da una staffa. Al di sotto di questo vi è il recipiente contenente il mercurio, che è messo in rotazione dal motore e

## ■ 138a/E



## ■ 141/E



che assume di conseguenza una forma toroidale. Il mercurio è toccato da una rotella isolante con un settore metallico che girando rapidamente trascinato dal mercurio funge da interruttore<sup>74</sup>.  
Data di acquisto 1925.

<sup>74</sup> Per una descrizione dettagliata del funzionamento di un modello molto simile si veda P. BRENNI, op. cit. p. 184.

### 141/E SPINTEROMETRO MICROMETRICO

*Legno, ottone, vetro, marmo*  
160 × 110, h. 100; h. 255  
Max Kohl Chemnitz  
1/4 XX secolo

Una vaschetta rettangolare in vetro nero è appoggiata ad un piattello in legno, imperniato su un piedistallo con base in marmo. Alle pareti laterali sono fissati dei serrafili in ottone, collegati a due perni che penetrano nella vaschetta e terminano all'interno con due sferette metalliche. Uno dei due perni è filettato e, essendo dotato di un manico isolante, permette la variazione della distanza tra le sferette.

Si tratta di un generatore di scintille che permette la scarica oscillante dei condensatori ad esso collegati; la scatola nera attenua il rumore provocato dalle scintille e ne scherma il bagliore. L'oscillatore, insieme agli apparati elencati di seguito, consente di svolgere esperienze sulle correnti di alta frequenza e di alta tensione, quali quelle realizzate da Nikola Tesla (1856 – 1943). Di origine croata, emigrato in America nel 1884, Tesla si dedicò all'elettrotecnica, sviluppando i motori a induzione polifase e le reti elettriche, ma soprattutto alla produzione delle correnti di alta frequenza, che sono alla base della trasmissione delle onde elettromagnetiche.

Lo spinterometro va collegato al secondario di un rocchetto Ruhmkorff e alle armature interne delle bottiglie di Leyda 38/E; le armature esterne dei condensatori vanno ai morsetti del primario del trasformatore 142/E, o del risuonatore 144/E. In questo modo le bottiglie di Leyda, caricate dal rocchetto, si scaricano con la scintilla dello spinterometro in modo oscillatorio e con alta frequenza. L'oscillatore è stato acquistato nel 1904<sup>75</sup> insieme agli apparati elencati di seguito.

<sup>75</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 674.

## ■ 142/E

### TRASFORMATORE AD ALTA TENSIONE DI ELSTER E GEITEL

*Metallo, legno*  
220 × 280; h. 380  
Max Kohl Chemnitz  
1/4 XX secolo

Trasformatore ad alta tensione, derivato da quello di Tesla, e modificato dai fisici tedeschi Julius Elster (1854 – 1920) e Hans Friedrich Geitel (1855 – 1923) costituito da un largo rocchetto, sul quale sono avvolte poche spire di filo conduttore di grossa sezione, che costituisce il primario. Lungo il suo asse può essere montata una delle due bobine in dotazione dell'apparecchio, formate da numerose spire di filo sottile, che costituiscono il secondario del trasformatore. Se il primario del trasformatore è collegato alle armature esterne dei condensatori 38/E, le cui armature interne sono in parallelo con lo spinterometro 141/E e con la bobina ad induzio-

ne, in esso la tensione varia con una frequenza molto alta, anche dell'ordine di  $10^5$  Hz. Ciò provoca nel secondario del trasformatore tensioni variabili molto elevate.  
Data di acquisto 1904<sup>76</sup>.

<sup>76</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 675.

## ■ 143/E

### BOBINA DI RISONANZA DI SEIBT

*Ghisa, legno, ottone, metalli*  
base: d. 260; h. 2100  
1/4 XX secolo

Una bobina molto lunga funge da secondario, mentre il primario è costituito da due fili rettilinei, paralleli, lunghi quanto la bobina. Questo strumento permette di visualizzare i nodi e i ventri di un'oscillazione elettrica stazionaria che si genera nella bobina, quando essa è alimentata, ad esempio, dall'alta tensione variabile ad alta fre-

## ■ 142/E



■ 143/E



quenza prodotta nel secondario del trasformatore 142/E. In corrispondenza dei massimi di tensione (ventri) fra la bobina e i fili paralleli appaiono degli effluvi elettrici<sup>77</sup>.

Data di acquisto 1904.

<sup>77</sup> Per i collegamenti dell'intero circuito si veda MAX KOHL A.G., op. cit., p. 1027 e la descrizione degli apparecchi precedenti, oltre che P. BRENNI, op. cit., p. 194.

#### 144/E RISONATORE ELETTRICO DI OUDIN

*Legno, rame, ottone*  
d. 170; h. 800  
1/4 XX secolo

Sopra una base in legno circolare sorretta da tre piedi, sono fissate 6 aste di legno che terminano in un coperchio, costituendo una sorta di rocchetto. Intorno a tale rocchetto è avvolta una bobina formata da varie spire di filo di rame di grossa sezione, i cui capi sono collegati a due serrafili, l'uno posto alla base del rocchetto, l'altro sul coperchio. Un altro serrafili, dotato di una molletta, può essere spostato a piacere su una delle spire della bobina, così da suddividere in pratica la bobina in due parti ed ottenere un autotrasformatore nel quale la parte inferiore è il circuito primario e la parte superiore il secondario, con la possibilità inoltre di variare opportunamente il numero delle spire dei due circuiti. Lo strumento, ideato dal fisico francese Paul Oudin (1851 – 1923), può essere inserito in un circuito ad alta frequenza come descritto per il trasformatore 142/E e consente di ottenere ai capi del secondario alte tensioni variabili ad alta frequenza.

Data di acquisto 1905<sup>78</sup>.

<sup>78</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 679.

#### 145/E ROCCHETTI DI RISONANZA ELETTRICA

*Metallo, marmo*  
base: d. 150; h. 510  
Max Kohl Chemnitz  
1/4 XX secolo

Si tratta di due bobine montate su un supporto di ebanite fissato ad una base di marmo. Queste bobine, collegate al risonatore di Oudin 144/E alimentato dal circuito ad alta frequenza

■ 144/E - 145/E



descritto in precedenza, entrano in risonanza se si varia opportunamente l'induttanza del risonatore evidenziando effluvi luminosi che si sprigionano dalla sommità<sup>79</sup>.

Data di acquisto 1905.

<sup>79</sup> MAX KOHL A.G., op. cit., p. 1027.

#### 146/E SPECCHI PARABOLICI PER LE ESPERIENZE DI HERTZ

*Legno, metallo*  
500 × 420; p. 230  
1/4 XX secolo

Sopra due telai in legno sono montate due lastre di latta a forma di paraboloide; uno dei due specchi presenta, nel suo centro, un oscillatore elettrico, costituito da due asticchiole terminanti con due sferette; l'altro presenta un particolare rivelatore di onde, detto coherer. Il coherer si fonda sul principio che la polvere metallica può variare considerevolmente la propria conducibilità in particolari circostanze. Infatti, se si inserisce della polvere metallica in un tubetto di vetro collegato in serie in un circuito, la sua resistenza è così alta che non circola corrente. Se

■ 146/E



però nello spazio circostante avviene una perturbazione elettrica, come lo scoccare di una scintilla, il coherer diventa conduttore, rivelando perciò di essere stato investito da un'onda elettromagnetica.

Quest'apparecchiatura serve a riprodurre le esperienze condotte dal fisico tedesco Heinrich Hertz (1857 – 1894), lo scienziato che confermò sperimentalmente l'esistenza delle onde elettromagnetiche ipotizzate da James Clerk Maxwell (1831 – 1879).  
Data di acquisto 1910<sup>80</sup>.

<sup>80</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 680-681.

#### 147/E TUBI DI PLÜCKER

*Vetro*  
*l. 200*  
*4/4 XIX secolo*

I due tubi di Plücker, cosiddetti dal nome del loro

#### ■ 149/E - 150/E



ideatore, il fisico tedesco Julius Plücker (1801 – 1868), sono costituiti ciascuno da due ampolle cilindriche in vetro unite fra loro da un tubo più sottile; nelle ampolle sono inseriti gli elettrodi che comunicano con un contatto all'esterno del tubo di vetro. Essi contengono, a bassa pressione, l'uno cloro, l'altro acido cloridrico. La scarica che li attraversa, quando sono collegati ad una bobina ad induzione, ha la lunghezza d'onda e quindi il colore caratteristici del gas contenuto, quindi costituisce una sorgente di comparazione per l'analisi spettrale di una radiazione da analizzare.

#### 148/E TUBI DI PLÜCKER

*Vetro*  
*l. 240*  
*2/4 XX secolo*

Serie di sei tubi Plücker contenenti tracce di idro-

geno, ossigeno, anidride carbonica, iodio, bromo e zolfo, per l'analisi spettrale di una sorgente.

#### 149/E TUBO GEISSLER A FORMA DI CANE

*Vetro, legno*  
*h. 250*  
*4/4 XIX secolo*

Lo studio della scarica prodotta nei gas rarefatti ebbe grande sviluppo dopo che Johann Heinrich Geissler (1814 – 1879) – meccanico presso l'Università di Bonn – rese pubblica nel 1858 un tipo di pompa pneumatica a mercurio, basata sull'esperienza di Torricelli, che consentiva di ottenere un grado di vuoto di circa un decimo di millimetro di mercurio, assai elevato per l'epoca. Utilizzando questa pompa egli, che proveniva da una famiglia di vetrai, costruì dei tubi in vetro alle cui estremità erano saldati gli elettrodi in platino e nei quali erano racchiusi, a pressioni molto basse, dei gas diversi. Collegando gli elettrodi ad una bobina ad induzione, così da avere elevate differenze di potenziale, la scarica attraversa il tubo, producendo una luminosità caratteristica del gas racchiuso e della sua pressione. Nei tubi Geissler la luce che si osserva è emessa essenzialmente dall'elettrodo positivo, l'anodo, e si dirige sempre verso l'elettrodo negativo, il catodo, qualunque sia la forma del tubo. I tubi Geissler, quindi, per ottenere effetti spettacolari, hanno spesso forme particolari come questo, che rappresenta un cane ritto sulle zampe posteriori e montato su una base circolare in legno. Il tubo Geissler in oggetto, insieme ai successivi, è stato fornito da Tecnomasio – Milano nel 1884<sup>81</sup>.

<sup>81</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1871*, n. 479.

#### 150/E TUBO GEISSLER A TRE AMPOLLE

*Vetro*  
*l. 250*  
*4/4 XIX secolo*

Tubo Geissler a tre ampolle, montato su uno zoccolo in legno.

#### 151/E TUBO GEISSLER CON LIQUIDI FLUORESCENTI.

*Vetro*  
*l. 500*  
*4/4 XIX secolo*

Questo tubo contiene due spirali riempite di liquidi fluorescenti che si illuminano quando sono attraversati dalla scarica elettrica.

#### 152/E TUBO DI CROOKES

*Vetro*  
*l. 330*  
*4/4 XIX secolo*

I tubi di Crookes sono ampolle in vetro, in cui la rarefazione è maggiore di quella dei tubi Geissler e gli elettrodi sono in alluminio, per resistere alle basse pressioni e alle elevate differenze di potenziale. Essi prendono il nome da William Crookes (1832 – 1919), che approfondì lo studio iniziato da Geissler, spingendo la rarefazione nei tubi all'ordine di grandezza di  $10^{-4}$  mm di mercurio; egli giunse così nel 1879 alla rilevazione dei raggi catodici, preludio alla scoperta degli elettroni nel 1897 da parte di Joseph John Thomson (1856 – 1940).

Quando la pressione nel tubo è sufficientemente bassa, dall'elettrodo negativo, collegato ad una sorgente di alta tensione, si sprigionano i raggi catodici, costituiti da fasci di elettroni, che sono invisibili, ma che si propagano in linea retta e producono effetti spettacolari, quali la fluorescenza nel vetro che colpiscono, la fusione di piccole lamine dovuta al calore, la proiezione di un'ombra.

Nel tubo in oggetto l'ampolla cilindrica, dotata di piedistallo, ha il catodo concavo e l'anodo alla sommità del tubo. Se si avvicina una calamita alla parete del tubo, si evidenzia lo spostamento della zona fluorescente dovuta alla deviazione dei raggi catodici causata dal campo magnetico.

Data di acquisto 1896.

**153/E**  
**TUBO DI CROOKES**  
**CON CROCE METALLICA**

*Vetro, metallo*  
*l. 280*  
*2/4 XX secolo*

L'ampolla è sostenuta da una piedistallo ed ha diametro minore all'estremità in cui si trova il catodo. L'anodo è posto nella parte più larga dell'ampolla ed è collegato ad una croce di Malta, in alluminio, che può basculare dal piano verticale a quello orizzontale. Collegando gli elettrodi ad una sorgente di alta tensione, mantenendo abbassata la croce, i raggi catodici eccitano la fluorescenza del vetro che colpiscono sul fondo dell'ampolla; se si solleva la croce, questa intercetta il fascio e sul fondo dell'ampolla si proietta la sua ombra scura, dimostrando la propagazione rettilinea dei raggi catodici. Data di acquisto 1934.

■ 153/E



**154/E**  
**TUBO A RAGGI CANALE**

*Vetro*  
*l. 330*  
*1/4 XX secolo*

Questo tubo di forma cilindrica, dotato di piedistallo, presenta al suo interno il catodo a forma di griglia, e l'anodo inserito nel tubo al di sotto del catodo, per mostrare il percorso dei raggi canale. Questi raggi, scoperti nel 1886 da Eugen Goldstein (1850 – 1930), sono costituiti dagli ioni positivi creati nel catodo dopo l'emissione di elettroni e che possono sfuggire dal catodo se questo è forato; essi sono visibili e vengono proiettati in direzione opposta ai raggi catodici<sup>82</sup>. Data di acquisto 1929.

<sup>82</sup> ANTONIO ROITI, *Nozioni di Fisica*, Felice Le Monnier, Firenze, 1930, p. 53.

■ 154/E



**155/E**  
**SCALA DI CROSS**

*Vetro*  
*supporto: 29 × 43; tubi l. 360*  
*1/4 XX secolo*

Si tratta di una serie di sei tubi a vuoto, montati sopra un supporto in legno annerito, che prende il nome dal suo ideatore, il fisico statunitense Charles Robert Cross (1848 – 1921). Se si collega ciascun tubo ad una bobina ad induzione, il tipo di scarica che si evidenzia all'interno del tubo assume forme e colori particolari a seconda della pressione dell'aria contenuta. Poiché le pressioni nei tubi sono decrescenti, essi costituiscono una scala di comparazione che consente di risalire, dal tipo di scarica, al valore della pressione interna. Data di acquisto 1927.

**156/E**  
**TUBO A VUOTO**

*Vetro*  
*l. 500*  
*Fine XIX secolo*

Questo esemplare è costituito da un tubo cilindrico, che è unito, mediante una strozzatura, ad un'ampolla contenente carbonato di potassio. Gli elettrodi sono ad angolo retto, il catodo all'estremità del tubo, l'anodo in corrispondenza della strozzatura. Questo tubo sfrutta la proprietà della potassa di cedere all'ambiente vapore acqueo quando si riscalda e di assorbirlo quando si raffredda. Se si collega il tubo ad un sorgente di alta tensione si ha la possibilità, semplicemente riscaldando con una sorgente esterna di calore o raffreddando la potassa, di diminuire o aumentare il grado di rarefazione dell'aria nel tubo, con la conseguenza di variare l'aspetto della scarica<sup>83</sup>.

<sup>83</sup> O. MURANI, op. cit., p. 922.

**157/E**  
**TUBO A RAGGI X**

*Vetro, metallo*  
*d. 120; l. 260*  
*4/4 XIX secolo*

L'ampolla è formata da un corto tubo cilindrico sovrastato da un grosso bulbo in cui vi è un alto grado di vuoto. Nel cilindro, alla base dell'ampolla, vi è il catodo (negativo), che ha la forma di un dischetto ricurvo; nell'ampolla vi sono due elettrodi positivi, posizionati in modo che uno dei due (anticatodo) si trovi lungo il percorso rettilineo dei raggi catodici e sia inclinato rispetto a tale direzione. Applicando una differenza di potenziale elevata fra l'elettrodo negativo e gli elettrodi positivi, gli ioni del gas residuo fortemente accelerati colpiscono il catodo che emette elettroni (i raggi catodici); questi, muovendosi in linea retta, raggiungono l'anticatodo subendo un brusco arresto e cedono la loro energia cinetica agli atomi del metallo. Questi atomi diventano così sorgenti di una radiazione di piccola lunghezza d'onda: la radiazione Röntgen, detta anche radiazione X.

Essa prende il nome del suo scopritore, lo scienziato Wilhelm Röntgen (1845 – 1923) che nel 1895 si rese conto della proprietà manifestata dai raggi X di attraversare varie sostanze e, in particolare, il corpo umano. La radiazione Röntgen fu subito applicata alla diagnostica medica. Data di acquisto 1898<sup>84</sup>.

<sup>84</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 665.

#### ■ 158/E



#### 158/E TUBO DI COOLIDGE A FILO CALDO

*Metallo, legno, porcellana*  
500 × 250; h. 650  
Radion S.A. – Milano matr. n° 80285  
2/4 XX secolo

L'apparecchio è un tubo a raggi X, a catodo incandescente, raffreddato ad acqua, sorretto da un piede-

stallo in legno e dotato, come accessorio, di un trasformatore per la corrente di accensione del filamento. A differenza dei tubi di prima generazione nei quali il fascio di elettroni è emesso dal catodo colpito dagli ioni del gas residuo, nel tubo ideato nel 1913 dal fisico statunitense William Coolidge (1873–1975), il filamento di tungsteno che costituisce il catodo è reso incandescente ed emette elettroni per effetto termoionico. L'apparato era destinato ad un uso medico e infatti, dai documenti, risulta essere un dono del prof. Silvio Gavazzeni, fondatore della omonima clinica bergamasca. Il tubo Coolidge fu tuttavia usato anche nel laboratorio del Liceo, con la raccomandazione del tecnico Agostino Corvi di “non durare molto con le esperienze” [!]. Il filamento dell'ampolla era collegato al trasformatore **158a**, l'ampolla al secondario del rocchetto ad induzione 138/E, il cui primario utilizzava l'interruttore Wehnelt; fra il rocchetto e il tubo a raggi X era inserita la valvola 159/E a protezione del tubo. Data di acquisizione 1937.

#### 159/E VALVOLA VILLARD

*Vetro, metallo*  
490 × 400  
1/4 XX secolo

L'apparecchio è costituito da tre ampole di vetro collegate fra loro nella parte di maggior diametro e nelle quali vi è il vuoto spinto. A una estremità di ciascuna ampolla è inserito un filamento di grosso diametro e all'altra la placca anodica; i catodi delle tre ampolle, così come gli anodi, sono uniti all'esterno mediante spirali metalliche. La valvola conduce corrente solo quando la placca è positiva rispetto al filamento, quindi, montata in serie con la bobina ad induzione, ne elimina le correnti inverse. Essa funge da diodo e costituisce una protezione per il tubo a raggi X al quale è collegata. Data di acquisto 1925.

#### 160/E SCHERMO FLUORESCENTE

*Legno, vetro, platinocianuro di bario*  
160 × 210; h. 160  
4/4 XIX secolo

Lo schermo è costituito da una scatola di legno annerito dotata di un'apertura circolare nella quale è inserito un tubo cilindrico portante una lente. In corrispondenza del tubo, ma sul fondo della scatola, è incollato un foglio ricoperto di platinocianuro di bario, una sostanza che ha la proprietà di diventare fluorescente se colpita dai raggi X. La fluorescenza si manifesta anche se lo schermo è posto a una distanza di qualche decina di centimetri dal tubo. Data di acquisto 1896.

#### 161/E DISPOSITIVO IONOMETRICO DI SOLOMON

*Metallo*  
d. 160; l. 440; h. 270  
Ropiquet, Hasart & Roycourt – Paris  
matr. n° 879  
2/4 XX secolo

L'apparecchio sfrutta la proprietà dei raggi X o dei corpi radioattivi di scaricare i corpi elettrizzati.

#### ■ 159/E



Esso è costituito da un cilindro che può contenere il provino radioattivo da analizzare, generalmente un sale, e un elettroscopio; un tubo orizzontale inserito nel cilindro consente di osservare all'interno e di verificare la carica dell'elettroscopio. Dal tempo di scarica dell'elettroscopio è possibile risalire all'attività della sorgente radioattiva.

Data di acquisizione 1938.

#### 162/E MILLIAMPEROMETRO

*Legno, vetro, metallo*  
250 × 100; h. 360  
E. Balzarini - Milano  
1/4 XX secolo

Milliamperometro a bobina mobile fra le espansioni di una calamita a ferro di cavallo, racchiuso in una scatola circolare metallica disposta verticalmente, con coperchio in vetro. L'ago mobile può essere regolato sullo zero della scala con un piccolo bottone e ruota sopra una scala con divisioni ogni due decimi di ampere, da 0 a 5A. Sotto la scatola vi è un commutatore con indicati i numeri 1, 10, 100, corrispondenti a tre diverse resistenze che possono essere inserite nel circuito di misura.

Lo strumento è sostenuto da due colonne isolanti in vetro, fissate ad una base in legno. Questo tipo di milliamperometro era usato soprattutto per misurare la corrente nei tubi a raggi X<sup>85</sup> e, infatti, dai documenti risulta essere stato donato del prof. Silvio Gavazzeni, probabilmente unito al tubo di Coolidge 158/E.

<sup>85</sup> P. BRENNI, op. cit., p. 136.

#### 163/E AMPEROMETRO PER CORRENTE ALTERNATA

*Metallo, vetro*  
d. 200; h. 110  
Olivetti - Milano matr. n° 21578  
2/4 XX secolo

L'apparecchio è un amperometro a bobina mobile, per la misurazione delle correnti alternate. Esso è contenuto in una scatola cilindrica di metallo verniciato, fissata ad una base in legno e chiusa superior-

mente da un coperchio di vetro che permette di vedere parzialmente l'interno. La bobina mobile è posta fra le espansioni di una calamita ed è collegata ad un indice che scorre al di sopra di una scala graduata in ampere, da 0 a 35, con divisioni corrispondenti a 0,5 A.

#### 164/E AMPEROMETRO ELETTROMAGNETICO

*Ottone, vetro, metallo*  
d. 190; h. 110  
Tecnomasio Brown Boveri matr. n° 76  
1/2 XX secolo

Amperometro per corrente alternata di tipo industriale, con bobina mobile, posta fra le espansioni di una calamita, collegata ad un indice che scorre al di sopra di una scala graduata. Lo strumento è contenuto in una scatola cilindrica di metallo verniciato, fissata ad una base in legno e chiusa superiormente da un coperchio di vetro al di sotto del quale è posto un disco bianco con incisa la scala graduata in ampere, da 0 a 30, con divisioni corrispondenti a 1A.

Dai documenti, risulta donato al Liceo dal Municipio di Bergamo<sup>86</sup>.

<sup>86</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 515.

#### 165/E VOLTMETRO ELETTROMAGNETICO

*Metallo, vetro*  
d. 190; h. 110  
Tecnomasio Brown Boveri - Milano matr. n° 696  
1/2 XX secolo

Voltmetro per corrente alternata di tipo industriale, costruito secondo il sistema Weston con bobina mobile fra le espansioni di una calamita; la bobina è collegata ad un indice che scorre al di sopra di una scala graduata in volt, con 300 V di fondoscala. Il voltmetro è contenuto in una scatola cilindrica di metallo verniciato, fissata ad una base in legno e chiusa superiormente da un coperchio di vetro al di sotto del quale è posto un disco bianco con incisa la scala graduata.

Dai documenti risulta essere un dono del Municipio di Bergamo.

#### 166/E AMPEROMETRO TERMICO

*Legno, metallo*  
190 × 240; h. 180  
Olivetti - Milano n° 7301  
1/4 XX secolo

Lo strumento, che è contenuto in una scatola in legno dotata di maniglie e chiusa da un coperchio, sfrutta il riscaldamento e la conseguente dilatazione di un filo al passaggio della corrente che lo attraversa per misurarne l'intensità<sup>87</sup>. La scala di misurazione riporta i valori da 1,5 a 15 ampere.

Data di acquisto 1906<sup>88</sup>.

<sup>87</sup> P. BRENNI, op. cit., p. 144.  
<sup>88</sup> LPSAS, CCLXXXV, *Inventario 1914*, n. 601.

#### 167/E AMPEROMETRO A FILO CALDO

*Legno, vetro, metallo*  
180 × 165; h. 310  
Olivetti - Milano matr. n° 7205  
2/4 XX secolo

Amperometro a filo caldo del tipo proposto nel 1890 dalla ditta Hartmann e Braun che misura l'intensità di corrente dall'allungamento di un filo di platino percorso dalla stessa corrente. Lo strumento è racchiuso in una scatola di legno lucidata dotata di sportello anteriore posto a protezione del vetro dietro al quale vi è l'indice che scorre sulla scala graduata non lineare. Nelle pareti laterali e nel fondo della scatola sono inserite reti metalliche per disperdere il calore prodotto. Sopra la scatola, oltre all'impugnatura e ai morsetti di collegamento con il circuito, vi è un chiave da inserire in un contatto per il collegamento con una resistenza aggiuntiva (shunt).

#### 168/E CONVERTITTORE DI CORRENTE ALTERNATA IN CONTINUA - SISTEMA KOCH

*Metallo, legno*  
230 × 220; h. 300  
1/4 XX secolo

L'apparecchio, tramite un vibratore elettromagnetico sincronizzato con la fase della corrente alternata, taglia le semionde in modo da ottenere una corrente pulsante solo in una direzione.

#### 169/E CHILOVATTOMETRO

*Metallo, vetro, legno*  
700 × 270; h. 1100  
Olivetti - matr. 116  
2/4 XX secolo

Lo strumento è un registratore di potenza a relais racchiuso in una vetrina di legno con pareti in vetro, munita di due sportelli. Nella parte superiore della vetrina è alloggiato il relais che, per effetto della corrente che circola nelle elettrocalamite, aziona un motorino; questo muove in un senso o nell'altro un alberello collegato ad una penna scrivente. Nella parte bassa della vetrina un meccanismo ad orologeria fa scorrere una striscia di carta continua al di sotto della penna scrivente.

Lo strumento è stato donato al Liceo nel 1952 dalla Società Orobia, che gestiva la produzione e la distribuzione dell'energia idroelettrica nella bergamasca.

## Costruzione della Macchina Planetaria

*Giovanni Albricci*

Questa macchina per il movimento proporzionale di tutti i pianeti che fanno le rivoluzioni loro intorno al sole è composta di n. 29 ruote, compresi cinque pignoni. Per oltre evvi sotto il movimento che dà il moto alle suddette ruote, d'altre ruote n. 7 senza comprendere i pignoni, e questo viene mosso dalla susta, o molla, come gli orologi da tavolino.

Per descrivere più minutamente detta macchina prima si deve sapere che il movimento superiore è fissato ad un asse fisso fermato nel piedestallo della macchina, sopra il quale si fissa il sole o il lume che lo rappresenta.

Questo asse viene coperto da un cilindro al quale in fondo si è affissa una ruota orizzontale che più sotto, entro il piedestallo, viene mossa dalla ruota perpendicolare mossa dal movimento della molla regolata dal pendolo.

Questa prima ruota orizzontale muove un'altra ruota di ugual numero di denti orizzontale, all'asse della quale sono fissate altre 3 rotelle ed un pignone li quali regolano il moto delle ruote dei tre pianeti superiori, cioè Marte, Giove e Saturno, le quali ruote sono fissate ad altrettanti cilindri concentrici entro i quali è concentrico il primo cilindro suddetto; a questi cilindri si affiggono poi le aste lunghe dei suddetti tre pianeti.

Sopra al primo cilindro sta fissata la cassa del movimento della Terra e dei due altri pianeti inferiori, Mercurio e Venere, la qual cassa poi fa la rivoluzione annua della Terra sopra della quale fa ancora la rotazione diurna.

Per dare poi il movimento regolato ai pianeti minori, si è fissato una ruota all'asse fermato nel piedestallo, la quale ruota muove due altre ruote del medesimo numero di denti che sono fissate nella suddetta cassa; e siccome la cassa è mossa dal cilindro inferiore, così le due ruote si muovono dalla ruota fissa all'asse fermato.

Dunque 3 sono le ruote superiori fondamentali; la prima fissa all'asse immobile, e le due altre mobili nella cassa. Queste servono per la loro quantità eguale di denti prima a muovere il parallelismo alla terra, in secondo luogo la ruota di mezzo dà il moto proporzionale prima alla terra di rotazione, secondo a Mercurio, 3° a Venere, 4° alla luna, 5° a un piccolo cerchio sopra il quale è descritta l'eclittica che circonda la terra.

Ma per comprendere questo movimento fa d'uopo riflettere che per dare questi moti proporzionali ai minori pianeti, si sono fissate altrettante ruote alla ruota di mezzo quante occorrono per dare questi movimenti differenti. Cioè prima all'asse della suddetta ruota di mezzo e fondamentale, si è affissa una ruota la quale comunica prima il moto a Mercurio per mezzo delle due rotelle, la seconda delle quali è affissa al cilindro che porta il pianeta, in secondo luogo la medesima comunica il moto ad un pignone al quale è affissa la ruota grande quale dà il movimento ad un altro pignone sul quale è affisso il cilindro che porta altra rotella per il movimento diurno della terra.

Per concepire poi questo devesi riflettere che la terza ruota fondamentale, e più lontana dal centro dell'orbita della terra, porta il parallelismo per mezzo d'un picciolo e largo cilindro entro il quale si fissa per mezzo di un perno sottile l'asse inclinato della terra. Indi sopra il suddetto cilindro girasi intorno un altro cilindro che dà il moto di rivoluzione alla terra per mezzo d'altra rotella

affissa al medesimo che muove il pignone dell'asse cilindrico della terra al quale è concentrico l'asse fisso ed inclinato della medesima.

Per ciò che aspetta al moto di Venere, al perno della ruota fondamentale di mezzo sopra la ruota che dà il moto a Mercurio ed alla terra, avvi fissata una rotella che dà il moto ad un'altra seconda e questa all'ultima, fissa al cilindro del pianeta medesimo. L'asse fondamentale fisso è concentrico al cilindro di Mercurio e questi a quello di Venere e questi cilindri portano le piccole aste dei pianeti suddetti.

In quanto poi al moto della Luna, si è affissa all'asse della seconda ruota fondamentale una ruota che dà il moto ad un pignone al quale è fissata un'altra ruota, la quale comunica il moto ad una terza rotella sulla quale è affisso il cilindro che porta l'asta della luna; questo cilindro gira attorno al cilindro del moto diurno della terra.

Per ultimo, all'asse della ruota fondamentale di mezzo si è affissa un'altra ruota che dà il movimento ad una seconda di ugual numero di denti, e questa gira attorno alli cilindri della luna e della terra; e sopra questa seconda ruota viene appoggiato ed affisso il piccolo cerchio dell'eclittica che movesi a ragione del parallelismo della terra, con tanta precisione che sempre l'asse inclinato della terra va da parallelo al diametro dell'eclittica che passa per li due tropici del Cancro e del Capricorno, così che poi sempre vedasi precisamente in quale grado dell'eclittica si trovi il sole rispetto alla terra in qualunque situazione della terra mentre fa la sua rivoluzione annua. Questa piccola eclittica serve poi ancora a dimostrare in qual segno della medesima trovasi la luna nella sua mensile rivoluzione.

Tutta questa macchina si è travagliata nel rispetto dell'Astronomia del Sig. Delalande, onde vedasi il Moto Tropico, Siderale, è sinodico di tutti i pianeti. Il movimento poi è proporzionale alli moti rispettivi delli pianeti e della terra, poiché la terra fa la sua rivoluzione diurna nel tempo d'un minuto incirca, e questo si è fatto per far vedere in poche ore una rivoluzione annua della terra, sebbene potrebbe benissimo ancora anche il moto proporzionale rispettivo al tempo che consuma ciascun pianeta nella sua rivoluzione tropica o siderale adottando un movimento di orologio che faccia fare alla terra la rivoluzione in ventiquattro ore.

## APPENDICE I

## IN QUESTA MACCHINA SI SPIEGA

*Lorenzo Mascheroni*

- 1° Il giorno e la notte con la rivoluzione diurna della terra, illuminata dal lume posto nel luogo del sole.
- 2° Le varie stagioni dell'anno, con la rivoluzione della terra intorno al sole per tutti i punti dell'eclittica. Per via di un indice si distingue allo stesso tempo in che genere di segno e in che grado del segno si trova la terra, a che mese, a che giorno.
- 3° Il parallelismo dell'asse della terra; col restar quello sempre diretto ad un siffatto punto di cielo in tutta la rivoluzione annua ed inclinato per gradi 23 e mezzo all'eclittica, donde nasce la varia lunghezza dei giorni e delle notti in varie stagioni ad in vari paesi della terra i quali paesi sono sufficientemente delineati sullo stesso globo rappresentante la terra.
- 4° La precessione degli equinozi; ovvero come la prima stella della costellazione ariete sia passata, dai tempi degli Argonauti sino al presente al primo grado di Toro ed ora il punto dell'equinozio di primavera corrisponde ai pesci. Questo si rappresenta col far girare al di sotto con una chiave l'asse della terra per un segno intero contro l'ordine dei segni.
- 5° I mesi lunari periodici e sinodici il crescere e calare della luna, il plenilunio e il novilunio; col moto mestruo della luna intorno alla terra.
- 6° Le eclissi del sole e della luna; col mezzo dell'inclinazione che vi si è data all'orbita lunare.
- 7° Il ritorno delle eclissi presso a poco la medesima nel giro di 19 anni, stante il moto retrogrado dato ai nodi dell'orbita lunare; in maniera che le eclissi seguono in questa macchina corrispondentemente alle eclissi del cielo.
- 8° La varietà dell'inclinazione dell'orbita lunare, maggiore nei nodi e minore nella maggiore latitudine.
- 9° Il moto di tutti i pianeti intorno al sole proporzionale e senza errore sensibile per trenta anni e più.
- 10° L'eccentricità dell'orbita.
- 11° Tutti i moti seguono da se stessi prescindendo dalla precessione degli equinozi, moto che facilmente vi si introduce.

## APPENDICE II

## DELLI USI DEL GLOBO CELESTE

*Giovanni Albricci*

- 1° avvertimento. Per svolgere i problemi col mezzo di questo globo bisogna prima sapere la latitudine di quel tal paese a riguardo del quale il problema si propone. Sarà dunque d'uopo prima cercare sul globo terrestre la latitudine di quello. Per fare ciò menate il paese o città del quale cercate la latitudine sotto il meridiano ed osservate suddetto qual grado del medesimo corrisponde e quello sarà il grado di latitudine cercato. Se il paese o città sarà sopra l'equatore verso il Polo Artico, avrà tanti gradi di latitudine settentrionale, se sarà di sotto all'equatore verso il Polo Antartico, saranno tanti gradi di latitudine meridionale.
- 2° avvertimento. Siccome sul globo celeste è differente il numerare i gradi di latitudine da quello che si numerano sul globo terrestre, così è bene avvertire che i gradi di latitudine terrestre corrispondono ai gradi di declinazione retta; perciò sul meridiano celeste sono nominati gradi di declinazione retta quelli che nel meridiano terrestre si chiamano gradi di latitudine.
- 3° avvertimento. I gradi di latitudine del paese trovati sul globo terrestre non servono ad altro sul globo celeste che per conoscere l'altezza del Polo; perciò per tanti gradi si alzerà il polo del Globo celeste quanti sono i gradi di latitudine del paese proposto.
- 4° avvertimento. Siccome sul globo si segna soltanto la linea dell'eclittica, la quale è divisa in 360 gradi, divisa in dodici parti con i caratteri indicanti i dodici segni dello zodiaco, con 30 gradi per ogni segno; così per trovare il luogo del sole nella medesima, che ad ogni giorno dell'anno corrisponde, basta solo osservare sull'orizzonte le due circonferenze divise a gradi, la prima delle quali più vicina al globo e divisa in 360 gradi ed in 12 parti segnate con i caratteri dell'eclittica, con 30 gradi ogni mese. La seconda divisa in 365 gradi che notano i giorni dell'anno divisi in tanti gradi per ogni mese. Perciò trovato che si abbia il giorno del mese del quale si propone il problema, osservate a quale grado della prima linea corrisponde e quello sarà il grado dell'eclittica nel quale il sole si trova quel tal giorno e questo ancora sarà il grado di longitudine del sole.

## 1° Problema

Trovare a quale ora di Francia e alla qual ora d'Italia leva e tramonta il Sole. Trovata la latitudine del paese di cui cercate il levare e tramontare del sole, alzate per altrettanti gradi il polo corrispondente al paese come nel 3° avvertimento quindi trovate in il luogo del sole nell'eclittica per il giorno dato di cui fate il problema e questo metterlo sotto il meridiano segnatolo prima con la stellina; indi poi fermato in tal sito il globo, movete l'indice nel circolo orario e mettetelo sulle dodici ore volendo trovare l'ora di Francia, e se volete quella d'Italia mettetelo sull'ora del mezzodì di quel dato giorno supposto che lo sappiate; indi facendo girare il globo verso l'oriente dell'orizzonte sino che il segno del sole posto come sopra solchi l'orizzonte quell'ora che mi segnerà l'indice sulla rosetta quella sarà l'ora del levare del sole; e se quel medesimo segno lo farete girare ad occidente, l'indice segnerà l'ora del tramontare.

## APPENDICE II

## 2° Problema

~~Trovare a quale ora in Italia sarà mezzogiorno e mezzanotte in qualunque giorno dell'anno, per qualunque paese si voglia.~~

~~Prima levate come sopra il polo all'altezza del paese per il qual cercare l'ora.<sup>1</sup>~~

Trovare a quall'ora d'Italia sarà mezzodi e mezzanotte in qualunque giorno dato. Fissa prima il Polo come sopra. Indi trovato il luogo del sole nell'eclittica per quel giorno dato e segnato mettetelo sotto al meridiano e la freccia oraria sulle ore dodici di sopra indi girate il Globo all'orizzonte d'oriente sinchè il segno tocchi l'orizzonte osservate quale ora segni la freccia oraria: quella sarà l'ora di terra di Francia del levar del sole; contate quante ore vi separano sino alle dodici e quelle deducendole dalle ore ventiquattro il restante sarà l'ora del mezzodi all'italiana, se volete poi sapere qual sarà l'ora della mezzanotte lasciando al suo posto l'indice orario conducete il segno del sole all'orizzonte di occidente indi notate l'ora che segna l'indice, di poi continuando a girare il globo sinanche il segno arrivi al circolo del meridiano sotto il globo, e avendo notato quante ore abbia segnato la freccia oraria nello spazio percorso dal globo segnato dall'orizzonte sino al meridiano tante saranno le ore della mezzanotte.

## 3° Problema

Trovare i punti dell'orizzonte nei quali il sole leva ogni giorno.

Levate il polo all'altezza del luogo dato. Cercando questo luogo non sia entro li circoli polari perché per tali luoghi il sole levato che sia non tramonterà se non dopo molti giorni e tramontato non si vedrà per molti mesi; e trovato il luogo del sole nell'eclittica come sopra per il giorno che vi piace, conducete questo luogo all'orizzonte d'oriente che di ponente, e dove questo luogo segherà l'orizzonte da ambedue le parti, questo sarà il posto dove leva e tramonta il sole, quindi potete numerare quanti gradi distante leva il sole dal vero Oriente e quanti distante tramonti dal vero Occidente; l'uno e l'altro sono 90 gradi distanti dal mezzodi e settentrione.

## 4° Problema

Trovare l'ascensione retta del sole per ogni giorno e la sua declinazione come pure delle stelle.

Segnando il luogo del sole nell'eclittica per il giorno imposto conducete il dato luogo sotto il meridiano indi osservate qual grado dall'equatore sia sotto il meridiano e quello sarà il grado di ascensione retta ossia quanti gradi abbia della medesima \* questi gradi si contano dal primo grado dell'e..... cioè dall'equinozio medesimo\*

Non muovete dal meridiano il suddetto luogo del sole e osservate sotto che grado sia del meridiano (questi si contano dall'equatore al Polo) e quello sarà il grado di declinazione, ovvero aveva tanti gradi di declinazione, e boreale sarà, se sarà di sopra all'equatore; australe poi se sarà sotto.

In simil maniera fatte ancora per qualunque stella volete, conducetela sotto il meridiano e contando così sopra l'equatore dall'equinozio suddetto li gradi numerate l'ascensione retta, e contando poi li gradi sopra il meridiano principiando all'equatore sino alla detta stella saranno li gradi di declinazione.

.....  
<sup>1</sup> N.d.r. Nel testo originale questa frase è cancellata.

## BIBLIOGRAFIA

- BARONE E. - DORATA A. - GIANNETTO E. - LO PRESTI C. - MACCARRONE G. - PAPPALARDO S. - RECAMI E. - SALESI G. - TURRISI E., *La Fisica e i suoi strumenti, Selezione dell'antica strumentazione del Dipartimento di Fisica di Catania*, Coniglione, Catania, 1996
- BARONE ELVIRA - DORATA ANGELO - MACCARRONE GAETANO - RECAMI ERASMO - TURRISI ELIO, *Restauro e catalogazione del patrimonio scientifico di interesse storico del Dipartimento di Fisica e dell'Osservatorio astrofisico di Catania, Insumenta, il patrimonio storico scientifico italiano: una realtà straordinaria*, a cura di Giorgio Dragoni, Grafis Edizioni, Bologna, 1991
- BOATO GIOVANNI - BRUZZANITI GIUSEPPE, *Strumenti nella Fisica dell'Ottocento*, Sagep Editore, Genova, 1993
- BOCCI BARBARA, *Ferdinando Crivelli (1810 -1855)*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, a. a. 1994-95
- BRENNI PAOLO, *Gli strumenti di Fisica dell'Istituto Tecnico Toscano, Eletticità e Magnetismo*, Le lettere, Firenze, 2000
- BRENNI PAOLO, *Gli strumenti di Fisica dell'Istituto Tecnico Toscano, Ottica*, Giunti, Firenze, 1995
- BRENNI PAOLO, *Museo di Storia della Scienza, Catalogue of Mechanical Instruments*, Giunti, Firenze, 1993
- CICERI CARLO - PAOLETTI ALESSANDRO - ROBOTTI NADIA, *La Fisica nei Licei dell'Ottocento, La collezione di antichi strumenti del Liceo Classico "Gabriello Chiabrera" di Savona*, Microart's S.p.A., Recco (Ge) 2007
- D'AGOSTINO SALVO, *Gli Strumenti dell'Elettromagnetismo*, Università La Sapienza, Roma, 1991
- D'AGOSTINO SALVO, *Teorie sistematiche e strumenti precisi: per una storia degli strumenti dell'elettromagnetismo, Instrumenta, il patrimonio storico scientifico italiano: una realtà straordinaria*, a cura di Giorgio Dragoni, Grafis Edizioni, Bologna, 1991
- DRAGONI GIORGIO, *Instrumenta, il patrimonio storico scientifico italiano: una realtà straordinaria*, Grafis Edizioni, Bologna, 1991
- FRICK J., *Die Physikalische Technik*, IV ed. Bieweg, Braunschweig, 1872
- GABBIADINI SERGIO, *Un "classico" per Bergamo, 200 anni di storia nella storia della città*, Edizioni Junior, 2003.
- GANOT A., *Traité élémentaire de physique*, vingt-unième édition, Librairie Hachette et C.ie, Paris, 1894
- GANOT A., *Trattato elementare di fisica sperimentale ed applicata e di meteorologia*, XVII edizione, Francesco Pagnoni, Milano, 1874
- HACKMANN WILLEM, *Museo di Storia della Scienza, Catalogue of Pneumatical, Magnetical and Electrical Instruments*, Giunti, Firenze, 1995
- HALLIDAY D. RESNICK R., *Fisica Generale*, seconda edizione italiana, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1968
- JENKINS F.A. - WHITE H.E., *Ottica*, Istituto Editoriale Universitario, Milano, 1972
- KOHL MAX A.G., *Appareils de Physique, Catalogue no. 100*, Chemnitz, 1927
- MARCO FELICE, *Elementi di Fisica*, Ditta G.B. Paravia, Torino, 1882
- MAZZARIOL PAOLO, *La fabbrica del Collegio Mariano nel Settecento*, La Rivista di Bergamo, n. 6, settembre 1996
- MEDOLAGO GABRIELE, *Prima del Liceo, Il nobile Collegio Mariano di Bergamo nel secolo XVIII*, La Rivista di Bergamo, n. 36, dicembre 2003

## BIBLIOGRAFIA

- MENCARONI ZOPPETTI MARIA, *Prè Giovanni Albricci e il sistema del mondo*, La Rivista di Bergamo, n. 8, marzo 1997
- MIRANDOLA GIORGIO, *Il Gabinetto di Fisica del Collegio Mariano a Bergamo*, La Rivista di Bergamo, n.6, settembre 1996
- MURANI ORESTE, *Trattato Elementare di Fisica compilato ad uso dei Licei e degli Istituti Tecnici*, Ulrico Hoepli, Milano, 1919
- OLIVIERI E RAVELLI, *Elettrotecnica*, vol. 2-3, Edizioni Cedam, Padova, 1972
- ORLANDI ALESSANDRO - RUSSELL WILLIAM, *Collezione Strumenti di Fisica Liceo E.Q. Visconti* - Roma, Editrice Universitaria di Roma - La Goliardica, Roma, 1994
- PALMIERI LUIGI, *Nuove lezioni di Fisica Sperimentale*, Giovanni Jovene Libraio - Editore, Napoli, 1883
- PELAGI FERDINANDO, *Corso elementare di Fisica e Chimica per i Licei*, Ermanno Loescher, Torino, 1894
- PERUCCA ELIGIO, *Fisica Generale e Sperimentale*, Unione Tipografico - Editrice Torinese, Torino, 1949
- PERUCCA ELIGIO, *Giuda pratica per esperienze didattiche di Fisica Sperimentale*, Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1937
- QUEEN JAMES W., *The Queen Catalogues*, Norman Publiscing, San Francisco, 1993
- RECAMI ERASMO - PIZZIGALLI SERGIO - PARIGI ETTORE - DE VINCENTIS ETTORE - BORLOTTI VIRGILIO, *Gli strumenti scientifici di interesse storico del "Liceo Lussana" del "Vittorio Emanuele" e del "Quarenghi" di Bergamo*, Tipolito Castel s.n.c., Bergamo, 2002
- RIBOLDI SAC. AGOSTINO, *Elementi di Fisica*, Tipografia Boniardi - Pogliani di Ermenegildo Besozzi, Milano, 1866
- ROITI ANTONIO, *Nozioni di Fisica per le scuole medie superiori*, VII ed. Felice Le Monnier, Firenze, 1930
- SCINÈ DOMENICO, *Elementi di Fisica Generale*, 2° ed. milanese, Dalla Società tipografica de' Classici Italiani, Milano, 1842-1843
- SERRA PERANI LAURA, *La costituzione del ricco patrimonio del Gabinetto di Fisica del Liceo Paolo Sarpi*, Atti dell'Ateneo di Scienze, Lettere e Arti di Bergamo, vol. LXIII (1999-2000)
- SERRA PERANI LAURA, *Lorenzo Mascheroni e il Gabinetto di fisica del Collegio Mariano*, Ateneo di Scienze, Lettere e Arti di Bergamo - Studi, 2002
- SERRA PERANI LAURA, *Gli strumenti del Gabinetto di Fisica del Liceo Classico Sarpi di Bergamo*, Atti del XXVII Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, Bergamo 2007, in corso di pubblicazione
- SHEA WILLIAM R., *Le scienze fisiche e astronomiche, Storia delle scienze*, vol. 2, Giulio Einaudi editore, Torino, 1991
- TIRONI LUIGI, *Cenni di storia al secondo novecento*, La Rivista di Bergamo, n. 36, dicembre 2003.
- TIRONI LUIGI, *Il Liceo Ginnasio di Bergamo, Notizie storiche*, Bergamo, Edizioni dell'Ateneo, 1995
- TURNER GERARD L'E., *Gli strumenti, Storia delle scienze*, vol. 1, Giulio Einaudi editore, Torino, 1991
- TURNER GERARD L'E., *Nineteenth Century Scientific Instruments*, Sotheby Publications by Ph.Wilson Publishers Ltd., London, 1983
- TURNER GERARD L'E., *The Practice of Science in the Nineteenth Century: Teaching and Research Apparatus in the Teyler Museum*, Published by the Teyler Museum, Haarlem, 1996

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

La tavola delle concordanze riporta gli strumenti in ordine alfabetico e, in corrispondenza di ciascuno, i numeri relativi agli inventari.

CATALOGO: riporta il numero assegnato nel presente catalogo.

INVENTARIO ATTUALE: riporta il numero assegnato allo strumento nell'inventario ufficiale della scuola; la sigla f.u., abbreviazione di "fuori uso", indica che lo strumento è stato scaricato dall'inventario attuale.

1955 e 1914 riportano i numeri assegnati negli inventari più recenti.

1888: nella colonna è indicato il numero assegnato allo strumento nell'*Inventario delle proprietà mobili dello Stato esistenti nel Gabinetto di Fisica al 1888...*; questo inventario, tuttavia, copre un arco di tempo molto lungo, che va fino al 1910.

1871: riporta il numero assegnato allo strumento nell'*Inventario delle proprietà mobili dello Stato al 31 dicembre 1870...*, compilato però probabilmente fino al 1890.

1804 e 1793 identificano i pochi strumenti appartenenti al nucleo più antico della collezione.

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
ACCUMULATORE PLANTÈ	56/E	432	446	551	385	489		
ACCUMULATORI	58/E	f.u.	448	553				
AGHI MAGNETICI	95/E	399→402; 408	405-408	392	304			
AGO DI DECLINAZIONE E DI INCLINAZIONE MAGNETICA	98/E	409	415	401	307	462		
AGO DI INCLINAZIONE CON QUADRANTE E VITI DI LIVELLO	100/E	411	417	403	306	461		
ALAMBICCO DI SALLERON	39/T	233	234	275	226			
ALAMBICCO PER LA DISTILLAZIONE DEL MERCURIO	40/T	232	233					
ALCOLOMETRO CON ASTUCCIO	31/F			103	98			
AMPEROMETRO A FILO CALDO	167/E	f.u.	503					
AMPEROMETRO ELETTROMAGNETICO	164/E	f.u.	515	602				
AMPEROMETRO PER CORRENTE ALTERNATA	163/E	f.u.	517					
AMPEROMETRO TERMICO	166/E	f.u.	496	601				
ANELLO CON TRONCO DI CONO	21/T	211	210	240	197	153		
ANELLO DI S'GRAVESANDE	20/T	210	209	239	197	152		
APPARATO DEI VASI COMUNICANTI	01/F	60	57	80	90	412		
APPARATO DELLE MACCHINE SEMPLICI	10/M	2	3	4	561			
APPARATO DI DESPRETZ	49/T	208	207	226	208	475		
APPARATO DI TYNDALL PER CALORE SPECIFICO	41/T	201	200	281	206	485		
APPARATO DIDATTICO PER COSTRUIRE L'ANGOLO DI RIFRAZIONE	20/O	314	318	310	260			

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
APPARATO PER DIMOSTRARE GLI EFFETTI DELLA FORZA CENTRIFUGA	33/M	29-30-45	24-37	42				
APPARATO PER ESPERIENZE DI OTTICA FISICA	40/O	317	321					
APPARATO PER GALVANOPLASTICA	59/E	430	444	551	391	298		
APPARATO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLE CONDIZIONI DI EQUILIBRIO	08/M	22	15-16	31-30	8-9	25		
APPARATO PER LA ROTAZIONE ELETTROMAGNETICA E MOTORINO DI RITCHIE	131/E	f.u.		614-615	420	314		
APPARATO PER LE LEGGI DI FARADAY	66/E	429	443	545				
APPARATO PER LO SCAMPIANO ELETTRICO	39/E	362	364	448	331	261		
APPARATO PER MAGNETIZZARE GLI AGHI	96/E	f.u.	510	605	404	308		
APPARATO PER OTTENERE GLI ANELLI DI NEWTON	41/O	318	322	376	289	411		
APPARATO PER PROIEZIONI EPISCOPICHE	54/O	301	304					
APPARECCHIO DI DALTON	29/T	f.u.	228	270	221	159		
APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC	27/T	228	229	271	220	160		
APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC	18/F	97	80	105	76	472		
APPARECCHIO DI GAY-LUSSAC E THENARD	26/T	227	227	269	219	161		
APPARECCHIO DI HALDAT	05/F	64	62	84	84	64		
APPARECCHIO DI MELDE	22/A	155	149	192	571			
APPARECCHIO DI PLATEAU	21/F	102	83	112				
APPARECCHIO DI SILBERMANN	09/O	259	259	294	245	186		
APPARECCHIO PER DIMOSTRARE LA DIVERSA CONDUCIBILITÀ TERMICA DEI METALLI	48/T	206	205	228				
APPARECCHIO PER L'ESPERIENZA DELLA PIOGGIA DI MERCURIO	65/F	f.u.	90	123	113			
APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELL'EQUILIBRIO STABILE	01/M	25	19	36	10	510		
APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLA LEGGE DI BOYLE-MARIOTTE	50/F	115	104	143				
APPARECCHIO PER LA DIMOSTRAZIONE DELLE CORRENTI INDOTTE	116/E	495	523	637	423	320		
APPARECCHIO PER LA PREPARAZIONE DELL'ACQUA DI SELTZ	74/F	f.u.						
APPARECCHIO PER LA VERIFICA DELLA LEGGE DI BOYLE-MARIOTTE	49/F	114	102	141	145	158		
APPARECCHIO PER PROIEZIONI	52/O	300	301	366				

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
APPARECCHIO PER SEGNARE IL PUNTO 100 SUI TERMOMETRI	35/T	200	197	258	184	144		
APPARECCHIO PER VERIFICARE LA LEGGE DI TORRICELLI	13/F	69	67	88	101	77		
ARCHETTO DI VIOLINO	33/A	161	158					
AREOMETRI	27/F	91	74	97	99	76E		
AREOMETRI CON SOSTEGNO IN LEGNO ANNERITO	29/F	86-87	71	98	99	76B		
AREOMETRI CON SOSTEGNO IN LEGNO ANNERITO	30/F	88-89	72	99	99	76C		
AREOMETRI DIVERSI	28/F	74→85	70	97	99	76B		
AREOMETRO DI NICHOLSON	25/F	90	73	100	94	76D		
ARGANELLO IDRAULICO	12/F	68	66	86	86	74		
ASPIRATORE AD ARIA	77/F	136	130	696				
ASTUCCIO IN CUIOIO E TREMPIEDE DI SOSTEGNO PER BAROMETRO DI FORTIN	38/F	108-109	94	126	117	93B		
BANCO DI AMPÈRE	108/E	473	484	631	415	311		
BANCO DI AMPÈRE	109/E	472	485	630	412	316		
BANCO DI LAMPADINE	72/E	f.u.		574	609			
BAROMETRO A QUADRANTE	39/F	f.u.	92	124	124	101		
BAROMETRO A SIFONE DI GAY-LUSSAC	34/F	f.u.	95	129	122	97		
BAROMETRO A SIFONE DI GAY-LUSSAC	35 / F	110	96	130	123	98		
BAROMETRO DI FORTIN	37/F	108	93	125	117	93A		
BAROMETRO DI GAY-LUSSAC	36/F	111	97	131	121	90		
BAROMETRO OLOSTERICO	40/F	112	100	134				
BAROMETRO OLOSTERICO	41/F	1400						
BAROSCOPIO	62/F	118	108	166	142	106		
BASE CON SOSTEGNI	60/E	431	445			416		
BILANCIA	01/L	f.u.	44	94	88	70		
BILANCIA DI PRECISIONE	02/L	f.u.	39	58	25	45		
BILANCIA DI PRECISIONE DELLA PORTATA DI 500 GRAMMI	04/L	46	40	59	563			
BILANCIA IDROSTATICA DELLA PORTATA DI UN CHILOGRAMMO	03/L	47-50	41-95	60				
BINOCOLO PRISMATICO	51/O	293	294					
BOBINA DI INDUZIONE	138/E	499	527					
BOBINA DI RISONANZA DI SEIBT	143/E	516	552	676				
BOTTIGLIA DI LEYDA SCOMPONIBILE	36/E	363	365	491	357	259		
BOTTIGLIE DI LEYDA	38/E	367	369	494				
BOTTIGLIE DI LEYDA	37/E	364-365	366-367	496	358	260		
BUSSOLA DA AGRIMENSORE	101/E	403	409	397	301	226		
BUSSOLA DA GEOLOGO	97/E	1399						

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
BUSSOLA DEI SENI E DELLE TANGENTI DI SIEMENS	103/E	477	489	599	398	463		
BUSSOLA DI INCLINAZIONE MAGNETICA	99/E	410	416	402	305	230		
CALAMITA	90/E	395	398	395				
CALAMITA A FERRO DI CAVALLO	92/E	396	399	386	295	233		
CALAMITA NATURALE	88/E	390	393	381	293	235		
CALAMITE A FERRO DI CAVALLO	91/E	397	402	385	294	225		
CALORIMETRO AD ACQUA	44/T	202	201	280	205	491		
CALORIMETRO DI BUNSEN GEISSLER	43/T	203	202					
CALORIMETRO DI LAVOISIER E LAPLACE	45/T	204	203	284	203	174		
CAMPANA PNEUMATICA	60/F	f.u.	128	147				
CAMPANA PNEUMATICA CON FORO	56/F	135	128	147	154			
CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO	54/F	133	127	147				
CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO	55/F	134	127	147				
CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO	57/F	f.u.	2926sc.					
CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO	58/F	131	128	147				
CAMPANA PNEUMATICA CON POMOLO	61/F	f.u.	128	147				
CAMPANA PNEUMATICA CON RUBINETTO D'OTTONE	53/F	132	126	147	156			
CAMPANE PNEUMATICHE	59/F	f.u.	128	147	157			
CAMPANELLO ELETTRICO	119/E	492	507	616				
CANDELIERE	22/E	555	601					
CANNA D'ORGANO AD ANCIA BATTENTE	19/A	183	180	217	172	141		
CANNE DA AGRIMENSORE	16/L	302		360	472	445		
CANNOCCHIALE TERRESTRE	50/O	296	297	353	284	210		
CANNOCCHIALE TERRESTRE TASCABILE	49/O	294	295	354	285	211		
CAPSULA MANOMETRICA	30/A	159	156	178	179			
CAPSULA MANOMETRICA	29/A	f.u.	155					
CARRUCOLA	25/M	f.u.						
CARRUCOLA A QUATTRO GOLE NUMERATE	15/M	16	3	4	561			
CASSETTA DI INGENHOUSZ	47/T	207	206	227	207	178		
CASSETTA DI RESISTENZE	70/E	464	475	582				
CASSETTA DI RESISTENZE	71/E	463	474	581				
CELLA GALVANICA	63/E				391			
CENTIMETRO CUBO CAVO CON CUBETTO IN FERRO	05/L	55	50	72	467	335		
CHILOVATTOMETRO	169/E	f.u.	514					
CILINDRI CON MANICO	50/T	217-218	216-217	230-231	210	508		
CILINDRO A BASE OBLIQUA	05/M	23	17	33	11			

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
CILINDRO IN FERRO DOLCE INFISSO SU PIEDE IN LEGNO	117/E	398	404	392	309			
COLONNE IN OTTONE	14/M	4-5-6	3	4	561			
COMMUTATORE BIPOLARE	84/E	443	461	556	611			
CONDENSATORE DI EPINO	40/E	366	368					
CONDUTTORE D'OTTONE	12/E	359	361	433	324	250		
CONDUTTORI CILINDRICI	16/E	355→357	357→359	436-437-438	322	246		
CONVERTITTORE DI CORRENTE ALTERNATA IN CONTINUA - SISTEMA KOCH	168/E	f.u.		642				
CONDUTTORI A FORMA DI ELLISSOIDE	17/E	353-354	355-356	434-435	321	248		
COPPA CON PENDOLINI	1/A	139	132	168	577	132		
COPPIA DI RESISTENZE DA 25 OHM	73/E	451	469	575				
COPPIE DI RESISTENZE	74/E-75/E-76/E-77/E	455-456; 457-458; 459-460; 461-462	473					
CORISTA	13/A	150	143			166		
CORISTA	14/A	151	144			166		
CORNETTO ACUSTICO	31/A			191	170	139		
CREPAVESCICA	64/F	105	88	121	111	87	29	34
CRONOMETRO	18/L	44	36	75				
CUBI DI LESLIE	54/T	220-221	219-220	237-238	241	176		
CUBI PIENI IN OTTONE	10/L	57						
CUBO CAVO	06/L	56	51	73	465	336	3	
CULLA DI TRAVELIAN	3/A	f.u.		172	572			
CUNEO	21/M	f.u.	33					
DECIMETRO CUBO	07/L	54	49	71	466	334		
DECIMETRO CUBO CAVO SU SUPPORTO IN LEGNO E OTTONE	09/L	53	48	70	466	441		
DENSIMETRO DI ROUSSEAU CON ASTUCCIO	32/F	92	75	102	97	434		
DIAPASON	26/A	144	137	182	175			
DIAPASON	27/A	145	138	183	175			
DIAPASON CON MANICO	15/A-16/A	152-153	145-146					
DIAPASON ELETTROMAGNETICO	17/A	f.u.	147					
DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA	9/A	149	142	188	178			
DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA	10/A-11/A	147-148	140-141	186				
DIAPASON SU CASSA DI RISONANZA	12/A	146	139					
DIAVOLETTO DI CARTESIO	11/F	70	68		93	71		
DILATOMETRO	19/T	205	204	241	196	151		
DILATOMETRO DI KOPP	22/T	213	212					

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
DINAMO	130/E	507	539	667				
DINAMO CON ANELLO DI PACINOTTI	129/E	505	357		432	481		
DINAMOMETRO CON MOLLA A V	35/M	1	2	3				
DINAMOMETRO CON QUADRANTE CIRCOLARE	34/M	f.u.	1	2	7	10		
DISCHI CON MANICO	17/F	98→101	81	110	69	57		
DISCHI CON MANICO ISOLANTE	08/E	414-415	420-421	504	367	286		
DISCHI CON MANICO ISOLANTE	03/E	389	392	503	311	240		
DISCHI DI MATERIALE DIVERSO	36/M	37-38	28	53	69	477		
DISCHI DI VETRO, PANNO E OTTONE CON MANICO ISOLANTE	10/E	342-343-344	342→344	409-410-411	320	404		
DISCHI METALLICI CON MANICO ISOLANTE	09/E	412-413	418-419	500	320	286		
DISCO DI RAME PER LE CORRENTI INDOTTE	124/E	497	524					
DISCO STROBOSCOPICO	35/E	386	387	463	346	405		
DISPOSITIVO IONOMETRICO DI SOLOMON	161/E	523	559					
GABBIE DI FARADAY	19/E	361	363	442				
ECCITATORE UNIVERSALE DI HENLEY	34/E	384	385	466	336	266		
ELETTROCALAMITA	118/E	489	504	611		302		
ELETTROFORI DI VOLTA CON PIATTI	07/E	369-370	371-372	471-472	364	245		
ELETTROMETRO	01/E	349	350	430	325	272		
ELETTROMETRO ASSOLUTO DI BRAUN	04/E	351	353	429				
ELETTROMETRO DI EXNER	05/E	352	354					
ELETTROSCOPIO CONDENSATORE A FOGLIE D'ORO	02/E	350	351	431	327	255		
ELETTROSCOPIO DI BOHNENBERGER	06/E	f.u.	352	432	327	255		
EMISFERI DI CAVENDISH	18/E	358	360	439	319	244		
EMISFERI DI MAGDEBURGO	63/F	106	89	122	112	88	18	18
ENDOSMOMETRO DUTROCHET	23/F	f.u.	82	111	80	60		
EOLIPILA A GETTO SEMPLICE	59/T	245	246	285	229	166		
EOLIPILA A REAZIONE	58/T	247	248	287	229	166		
EOLIPILA DI ROTAZIONE	57/T	246	247	286	229	166		
FASCI MAGNETICI	93/E	394	397	384	296	458		
FASCI MAGNETICI	94/E	393	396	383	297	232		
FENDITURA A FORMA DI FRECCIA	31/O							
FENDITURA REGOLABILE	38/O	306	309					
FENDITURA REGOLABILE CON VITE MICROMETRICA	39/O	304	307	370	288	221		
FILTRI COLORATI	35/O	308	311	374				
FONTANA INTERMITTENTE	09/F	127	122	164	138	117	6	
FORA CARTA	29/E	380	381	454	341	277		

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
FORA VETRO	28/E	379	380	453	340	278		
FORMA IN LEGNO DI BOSSO PER IL FENOMENO DEL RIGELO	34/T	226	225	264	217	474		
FOTOMETRO DI BUNSEN	01/O	312	316	291	243	184		
FOTOMETRO DI WHEATSTONE	02/O	313	317	292	244	450		
GALVANOMETRI ASTATICI (SISTEMA NOBILI)	111/E-112/E	475-476	487-488	597	397	331		
GALVANOMETRO A BOBINA MOBILE	113/E	480	492					
GALVANOMETRO A SPECCHIO	115/E	481-482; 545-546	493					
GASOMETRO	76/F	f.u.	103		144	380		
GENERATORE MAGNETO - ELETTRICO DI CLARKE	126/E	509	541	636	427	321		
GLOBO CELESTE	04/S	f.u.	883 Sc.		452	54		
GLOBO TERRESTRE	03/S	f.u.	880 Sc.		452	54		
GRIGLIE PER ACCUMULATORE	57/E	433	447					
IGROMETRO A CAPELLO DI SAUSSURE	30/T	237	238	277	232	171A		
IGROMETRO DI DANIELL	31/T	236	237	278	233	172		
INDUTTORE TELLURO - ELETTRICO DI PALMIERI-DELEZANNE	125/E	504	536	624	424	420		
INTERRUTTORE A COLTELLO	87/E	446	464	566	610			
INTERRUTTORE A MERCURIO	140/E	f.u.	529					
INTERRUTTORE WEHNELT	139/E	500	528					
INTERRUTTORI A TASTO	85/E-86/E	444-445	462	563				
IPSOMETRO DI REGNAULT	36/T	235	236	266	230	477		
IPSOMETRO PER USO DIDATTICO	37/T	f.u.						
LAMINA BIMETALLICA	24/T	209	208	243	199	413		
LAMINA D'ACCIAIO	2/A	138	131					
LAMPADA ELETTRICA AD ARCO	69/E	466	478					
LAstra IN VETRO ROSSO	34/O	f.u.	312	373				
LENTE CONICA CON ANELLO E MANICO IN LEGNO TORNITO	29/O	275	275	340	266	200		
LENTE CONVERGENTE	22/O	284	284	329	270	195B		
LENTE CONVERGENTE	21/O	283	283	328	270	195A		
LENTE CONVERGENTE SU BASE IN OTTONE	23/O	285	285	336	270			
LENTE CONVERGENTE SU SOSTEGNO IN LEGNO	24/O	286	287	335	269			
LENTE DUPLICANTE	26/O	277	277	324	272	199		
LENTE MOLTIPLICANTE	27/O	278	278	326	272	199		
LENTE QUADRUPLOCANTE	25/O	276	276	325	272	199		
LENTI E PRISMI IN CRISTALLO	28/O	279→282 269-270	279→282	330		195		

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
LEVA A BRACCI UGUALI SU PIEDISTALLO	18/M	18	5	6	19	414		
LEVA DI PRIMO GENERE A BRACCI DISUGUALI	12/M	8	3	4	561			
LEVA TRIPLA	13/M	7	3	4	561			
LIVELLA A BOLLA D'ARIA	02/F	62	60					
LIVELLA A BOLLA D'ARIA	03/F	f.u.	58	82	89	73		
LIVELLA CIRCOLARE	04/F	61	59					
LUCERNA DI SICUREZZA DI DAVY	51/T	219	218	229	211	179		
MACCHINA DI ATWOOD	32/M	f.u.	12	22	43	19		
MACCHINA ELETTRICA DI WIMSHURST	42/E	372	374	479				
MACCHINA ELETTROSTATICA A DISCO	41/E	371	373	477	328	251	1	
MACCHINA PLANETARIA	01/S	f.u.	f.u.	851	449	50	12	1
MACCHINA PNEUMATICA	51/F	128	123	144	152	109		
MAGNETI NATURALI ARMATI	89/E	391-392	394-395	382	293	236		
MANOMETRO AD ARIA LIBERA	42/F	f.u.	109	137	140	425		
MANOMETRO AD ARIA LIBERA	44/F	f.u.						
MANOMETRO METALLICO	43/F	117	107	140	141	429		
MANTICE ACUSTICO	18/A	163→180	160; 162-169	194	176	424		
METRO CAMPIONE	14/L	51	46	65	456	440		
METRONOMO	8/A	162	159					
MICROFONO A CARBONE DI HUGHES	132/E	503	533	673				
MICROFONO A CARBONE DI HUGHES	133/E	f.u.	534		435			
MICROSCOPIO COMPOSTO	47/O	1389-1390-1391						
MICROSCOPIO COMPOSTO A GOMITO	45/O	298	299	350	282	209		
MICROSCOPIO COMPOSTO DA ESERCITAZIONE	46/O	297	298	351	283	207		
MICROTOMO	48/O	1392						
MILLIAMPEROMETRO	162/E	479	491					
MISURINI PER UN EUDIOMETRO	67/E			795	478	377	1	1
MODELLI GEOMETRICI SCOMPONIBILI	37/M	58	54	78		438		
MODELLO DELL'OCCHIO	57/O	289	290	338	276	426		
MODELLO DELLA VITE	22/M	20	10	16	34	35		
MODELLO DI MACCHINA A VAPORE	63/T	244	245					
MODELLO DI LAMPADA ELETTRICA AD ARCO	68/E	465	477	588	392	298		
MODELLO DI MACCHINA A VAPORE DI WATT	61/T	243	244	288	236	169		
MODELLO DI MACCHINA DINAMO ELETTRICA	128/E	506	538	668	432			

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
MODELLO DI MOTORINO MAGNETO ELETTRICO AZIONANTE UNA POMPA	127/E	f.u.		613	406	310		
MODELLO DI OCCHIO	58/O	290	291	339	581			
MODELLO DI POMPA ASPIRANTE E PREMENTE	68/F	f.u.	115	151	147	122B		
MODELLO DI POMPA DA INCENDIO	67/F	123	116	152	148	122C		
MODELLO DI POMPA PREMENTE	70/F	123	117	154	146	480		
MODELLO DI SCHELETRO DEL BRACCIO UMANO	19/M	f.u.	6	8	21	30		
MODELLO DIMOSTRATIVO DELL'AZIONE DEL CUNEO	20/M	f.u.	11	19	36	37	41	17
MODELLO DIMOSTRATIVO DELL'ESPERIENZA DI OERSTED	102/E	407	410	596	395	417		
MODELLO DIMOSTRATIVO DELLE VALVOLE DELLA MACCHINA PNEUMATICA	52/F	124	118	148	153	111		
MODELLO IN SEZIONE DEL CASSETTO DI DISTRIBUZIONE DELLA MACCHINA A VAPORE	62/T	242	243	289	237	170		
MODELLO IN VETRO DI POMPA ASPIRANTE	72/F	121	114	155	566			
MODELLO IN VETRO DI POMPA ASPIRANTE - PREMENTE	71/F	122	114	156	565			
MULINELLO ELETTRICO	27/E	375	377	445	333			
MULINETTO CON DUE RUOTE A PALETTA	66/F	f.u.	29	54	59	14	17	17
OBIETTIVO	55/O	305	308					
OROLOGIO A PENDOLO	17/L	137	130	695	52	422		
PALLONE	48/F	104	87	115	110	86		
PARADOSSO MECCANICO	09/M	26	20	37	12	27	6	5
PARAFULMINE	13/E	374	376	443	332	283		
PARALLELEPIEDO ARTICOLATO	03/M	39	30					
PARALLELEPIEDO IN OTTONE PIENO	08/L	f.u.			66			
PARALLELOGRAMMA ARTICOLATO DELLE FORZE	11/M	3	3	4	561			
PENDOLI	28/M	27	21	39	50	421		
PENDOLI A PERCUSSIONE	30/M	36	27	49	55	492		
PENDOLINI	11/E	345→347	346→348					
PENDOLO A COMPENSAZIONE	25/T	216	215	244	198	156		
PENDOLO DI FOUCAULT	29/M	28	22	41	51			
PENDOLO DI WALTENHOFEN	123/E	496	525	610	402			
PENTOLA DI PAPIN	38/T	231	232	265	222	163		
PESI IN FERRO E PIOMBO CON MANICO	11/L	f.u.				358		

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
PESI IN PIOMBO	12/L							
PIASTRA ETTAGONALE CON SUPPORTO IN LEGNO	02/M	24	18	35				
PIASTRE PER L'APPARATO DI CHLADNI	4/A	154	148	171				
PIATTO DI UNA FONTANA DI ERONE	10/F	f.u.						
PIATTO DI VETRO CON PIEDE	24/E	348	349			353		
PICCOLO SOSTEGNO PER FONDERE I FILI CON LA CORRENTE ELETTRICA	80/E	f.u.	476	583				
PICNOMETRI	26/F	71-72-73	69	96				
PIEDISTALLO A TRE RIPIANI	16/M	17	3	5	561			
PIEDISTALLO CON TAVOLETTA CIRCOLARE	59/O	311						
PIEZOMETRO DI CERSTED	06/F	59	56	79	81	63		
PILA DANIELL	44/E	419	426	514		295		
PILA DI GROVE DI DUE ELEMENTI	51/E	421-422	428-429	516	379	295		
PILA DI VOLTA A COLONNA	43/E	416	422	505	368	287		
PILA ITALIANA	46/E	420	427	515	378			
PILA LECLANCHE'	52/E	426	438	534	384	488		
PILA TERMOELETTRICA DI NOBILI	54/E	468	480	592	439	328		
PILA TERMOELETTRICA DI NOE'	55/E	467	479	591	441	484		
PILE DANIELL	45/E	418-f.u.	425	509	377			
PILE DI BUNSEN	47/E	f.u.	437	533	380	295		
PILE DI BUNSEN	49/E	424-f.u.	433-434	531				
PILE DI BUNSEN CON VASO IN VETRO	50/E	423-f.u.	430-431-432	521		295		
PILE DI BUNSEN IN VASO DI PORCELLANA	48/E	425-f.u.	435-436	529-530		295		
PILE DI GRENET	53/E	427-f.u.	439→441	535	383	496		
PINZA A TORMALINA	44/O	321	325	379	290	409		
PIRAMIDE	04/M	40	31					
PIROELIOMETRO DI POUILLET	55/T	229	230	234	215	493		
PIROMETRO DI WEDGWOOD	18/T	212	211	242	195	150		
PISTONE A VAPORE	60/T	241	242	274				
PLANETARIO	02/S	f.u.	882 Sc.		454	55		
POLARISCOPIO	43/O	322	326	378	292	222		
POLARIZZATORE A DOPPIA RIFRAZIONE	42/O	320	324					
POLIMETRO DI LAMBRECHT	33/T	239	240	280	580			
POLIPRISMA CON SOSTEGNO	12/O	271	271	319	264	410		
POLIPRISMA PER LIQUIDI	13/O	272	272	323	265	198		
POMPA ASPIRANTE	69/F	f.u.	121					

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
POMPA DI GAY-LUSSAC	73/F	126	120					
PONTE A FILO DI WHEASTONE	79/E	483	495					
PORTALENTE CON DUE LENTI INTERCAMBIABILI	30/O	f.u.	288					
PRISMA A SOLFURO DI CARBONIO	17/O	268	268	322				
PRISMA EQUILATERO CON SOSTEGNO	11/O	264	264	311	261	196A		
PRISMA RETTANGOLARE	16/O	262						
PRISMA RETTANGOLARE IN VETRO CROWN	15/O	263	263	318				
PRISMI EQUILATERI IN CRISTALLO	10/O	266-267	266-267	315-316	263	196C	3	
PRISMI INCERNIERATI IN OTTONE	14/O	274	274	320	274	202		
PROIETTORE	53/O	f.u.	302					
PSICROMETRO DI AUGUST	32/T	238	239	279	234	173		
RADIOMETRO DI CROOKES	56/T	234	235	233	242	467		
REGOLI	17/M	f.u.						
REGOLO A FORMA DI ZETA	06/M	41	32					
REGOLO CALCOLATORE	13/L	f.u.	53	76	461	453		
RELAIS TELEGRAFICO DI HIPPE	120/E	493	508	620		305C		
RESISTENZA	78/E	452	470	577				
RICEVITORE TELEFONICO	134/E	502	532	672	434			
RISONATORE CILINDRICO	24/A	158	153	220				
RISONATORE ELETTRICO DI OUDIN	144/E	520	556	679				
ROCCHETTI DI RISONANZA ELETTRICA	145/E	517-518	553-554	677-678				
ROCCHETTO DI RUHMORFF	137/E	498	526	641	425	468		
RUOTE DENTATE CON QUADRANTE CONTAGIRI	26/M	19	7	10	38	40		
RUOTE DI SAVART	5/A	140	133	173				
SCALA DI CROSS	155/E	539	577					
SCARICATORE	26/E	373	375	464	335	265		
SCHERMI	32/O	326→328	331	344				
SCHERMI	33/O	324-325	324	344				
SCHERMO FLUORESCENTE	160/E	f.u.	582	666				
SERRAFILI SU BASE IN ARDESIA	83/E	440→442	457	558				
SERRAFILI SU BASE IN MARMO	82/E	f.u.						
SETACCIO DOPPIO	24/F	93	76	104	79	448		
SFERE D'AVORIO	31/M	32-35	47	58				
SFERE METALLICHE	14/E	376-377	378					
SGABELLO ISOLANTE	20/E	f.u.		452	330	240		
SIFONE AD EFFLUSSO COSTANTE	16/F	120	112	160	131	129		
SIFONE INTERMITTENTE	15/F	119	111	162	133	120		
SIRENA DI CAGNIARD DE LA TOUR	6/A	141	134	175	167	137		
SIRENA DI SEEBECK	7/A	142	135					

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
SOFFIETTO HUNTER PER ASFITTICI	75/F	125	119	158	161	127		
SONOMETRO A QUATTRO CORDE	21/A	156	150	193	570			
SOSTEGNI ISOLANTI DI HOLTZ	81/E	436→439	453-456	554				
SOSTEGNO IN LEGNO	23/E	360	362					
SOSTEGNO ISOLANTE DI MASCART	21/E	378	379	446				
SPECCHI AD ANGOLO	07/O	251	252	300	255			
SPECCHI PARABOLICI PER LE ESPERIENZE DI HERTZ	146/E	521-522	557-558	680-681				
SPECCHI USTORI	53/T	248-249	249-250	235-236	240	176A		
SPECCHIO A DUE FACCE	06/O	255	256	299	249	190		
SPECCHIO CONCAVO	05/O	253	254	302	247	190		
SPECCHIO CONVESSO	04/O	254	255	307	248	190		
SPECCHIO METALLICO PER ANAMORFOSI	08/O	256	257	309	253	191		
SPECCHIO PIANO	03/O	252	254	296	246	187		
SPECCHIO ROTANTE	28/A	160	157					
SPETTROSCOPIO	37/O	310	314					
SPETTROSCOPIO A VISIONE DIRETTA	36/O	309	313	375	584			
SPINTEROMETRO	25/E	387-388	388-389	468				
SPINTEROMETRO MICROMETRICO	141/E	515	551	674				
SPINTEROMETRO MICROMETRICO DI RIESS	33/E	385	386	467	411	469		
STEREOSCOPIO DI BREWSTER	56/O	292	393	361	277	220		
SUPPORTI PER BANCO OTTICO	60/O	329→338						
TELAI PER CREARE LAMINE LIQUIDE CON SOSTEGNO	22/F	96	79	113	73			
TELAI PER VISUALIZZARE LE LINEE DI FORZA DEL CAMPO MAGNETICO	104/E-105/E-106/E	469→471	481→483					
TELAIO MOLTIPLICATORE DI SCHWEIGGER	110/E	474	426	595				
TELAIO PER VISUALIZZARE LE LINEE DI FORZA DEL CAMPO MAGNETICO	107/E	f.u.			307			
TELAIO PORTANTE QUATTRO TUBI BAROMETRICI	28/T	230	231	268	218	157		
TELEFONI DA CAMPO	136/E	f.u.	535					
TELEFONO - TIPO BELL	135/E	501	531	670-671	433	470		
TELEGRAFO MORSE	121/E-122/E	490-491	505-506	618-619	408	305		
TEODOLITE	15/L	f.u.		357	469			
TERMOMETRO A CONGELAMENTO	07/T	f.u.	199					
TERMOMETRO A DOPPIA CAMICIA PER LIQUIDI	06/T	193	190					
TERMOMETRO A MASSIMA E MINIMA	14/T	194	193					

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
TERMOMETRO A MERCURIO	08/T	188	184→188					
TERMOMETRO A MERCURIO	09/T	187	184→188					
TERMOMETRO A MERCURIO	10/T	190	184→188					
TERMOMETRO A MERCURIO	11/T	189	184→188					
TERMOMETRO A MERCURIO	12/T	192	189					
TERMOMETRO AD ALCOOL	02/T	185	182			145		
TERMOMETRO BIMETALLICO	05/T	199	196	246		149		
TERMOMETRO DA AMBIENTE	13/T	197	194					
TERMOMETRO DI RIESS	31/E	382	383	456	334	487		
TERMOMETRO DIFFERENZIALE DI LESLIE	17/T	f.u.	222	261	188			
TERMOMETRO ELETTRICO DI KINNERSLEY	30/E	381	382	455	339	276		
TERMOMETRO IN ASTUCCIO DI LEGNO	03/T	184	181			145A		
TERMOMETRO METALLICO DI BREGUET	04/T	198	195	245	193	148		
TERMOMETRO METEOROLOGICO	01/T	186	183			145		
TERMOSCOPIO DI WEINHOLD	15/T	223	221	262	190	147		
TERMOSCOPIO DI WEINHOLD	16/T	222	221	263	190	147		
TORCHIO IDRAULICO	08/F	67	65	85	82	72		
TRASFORMATORE AD ALTA TENSIONE DI ELSTER E GEITEL	142/E	514	550	675				
TRIANGOLO	07/M	f.u.			13			
TRONCO DI CONO IN OTTONE	23/T	215		248	200	155		
TUBI BAROMETRICI	47/F	f.u.		132	114			
TUBI CAPILLARI A SIFONE	20/F	94	77			431		
TUBI DI PLÜCKER	147/E	524-525	560-561	645				
TUBI DI PLÜCKER	148/E	533→538	571→576	646				
TUBI IN VETRO PER BAROMETRI	45/F	f.u.	99	133	114	102		
TUBO A RAGGI CANALE	154/E	530	568					
TUBO A RAGGI X	157/E	f.u.	567	665				
TUBO A VUOTO	156/E	528	565	659				
TUBO BAROMETRICO	46/F	107			114	89		
TUBO CAPILLARE A SIFONE	19/F	95	78					
TUBO DI COOLIDGE A FILO CALDO	158/E	532	570					
TUBO DI CROOKES	152/E	529	566	660	598			
TUBO DI CROOKES CON CROCE METALLICA	153/E	531	569	662				

## TAVOLA DELLE CONCORDANZE

Strumenti	Catalogo	Inventario attuale	1955	1914	1888	1871	1804	1793
TUBO DI KUNDT	20/A	164	161	216	177	143		
TUBO DI NEWTON	27/M	21	13	23	44			
TUBO DI QUINCKE	23/A	157	151	219	180	478		
TUBO GEISSLER A FORMA DI CANE	149/E	526	562	648	426	479		
TUBO GEISSLER A TRE AMPOLLE	150/E	527	563	653	426	479		
TUBO GEISSLER CON LIQUIDI FLUORESCENTI	151/E	f.u.	564	654	426	479		
TUBO IN OTTONE PER ESPERIENZA DI TYNDALL	42/T	240	241	225	214			
UOVO ELETTRICO	32/E	383	384	461	338	274		
VALVOLA VILLARD	159/E	540	578					
VASCHETTA RETTANGOLARE	19/O	261	261	337	258	193		
VASCHETTA TRIANGOLARE	18/O	260	260	321	259	197		
VASI IN RAME	46/T	f.u.	198					
VASO CILINDRICO A FONDO MOBILE	07/F	65	63	92				
VASO DI DEWAR	52/T	224	223	232				
VASO DI MARIOTTE	14/F	66	64	87	100	75		
VERGHE E CONDUTTORI	15/E	339→341	339→341	405-406	4-310	239		
VIBROGRAFO DI DUHAMEL	25/A	143	136	176	175	473		
VITE CON MADREVITE	24/M	f.u.	8	14	33	34		
VITI DI LEGNO CON DIVERSO FILETTO	23/M	f.u.	9	15	35	36		
VOLTAMETRO	61/E	f.u.	450	549	389			
VOLTAMETRO DI BUNSEN	62/E				388			
VOLTAMETRO DI HOFFMANN	64/E	435	451	547				
VOLTAMETRO DI HOFFMANN	65/E	434	452	548				
VOLTAMPEROMETRO VERTICALE A BOBINA MOBILE	114/E	478	490	600				
VOLTMETRO ELETTROMAGNETICO	165/E	f.u.	516	603				
ZAVORRE SU PIEDISTALLO IN LEGNO	33/F	103	84					
ZUFOLO IN LEGNO	32/A	f.u.		218	171	140		