



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

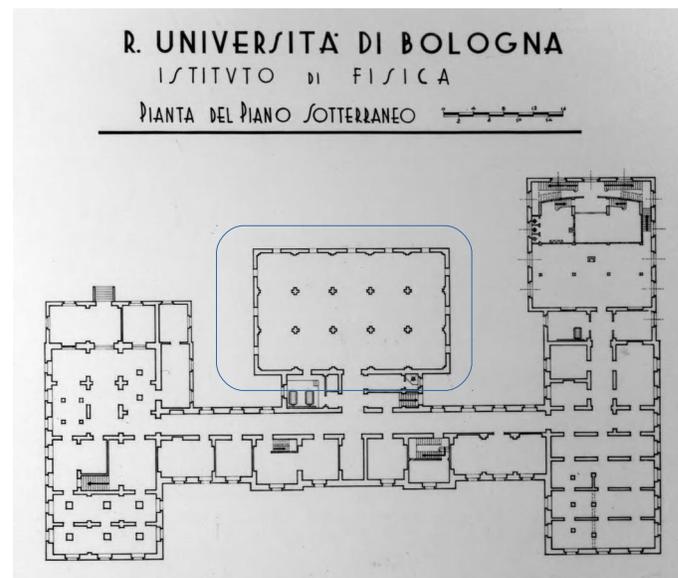
La Collezione degli strumenti storici di Fisica dell'Università di Bologna

L'esposizione di strumenti storici presso il Dipartimento di Fisica e
Astronomia "Augusto Righi" di Bologna

Eugenio Bertozzi

Dipartimento di Fisica e Astronomia «Augusto
Righi» e Sistema Museale di Ateneo

Istituto e Regio Museo di Fisica – Augusto Righi, 12 Aprile 1907



Augusto Righi (1850 - 1920)



Foto: Archivio storico dell'Università di Bologna

- * Comprensione del senso complessivo di un luogo di questo tipo
- * Completamento dello studio degli strumenti: identificazione degli esistenti, funzionamento, utilizzo, ...
- * Ipotesi e realizzazione dell'esposizione (non più nel luogo originario)



Da una prima ricognizione generale – nuclei principali (Prof. Giorgio Dragoni)

* Nucleo settecentesco risalente all'Istituto delle Scienze di Bologna (50 apparati, circa)

Esposto presso il Museo di Palazzo Poggi

* Nucleo ottocentesco di apparati dei maggiori costruttori come König, Ruhmkorff, Amici, ... (250 apparati, circa)

Oggetto di una nuova esposizione dedicata ad **Augusto Righi al Regio Museo di Fisica come luogo per la ricerca e la didattica**

* Nucleo ottocentesco/primi Novecento costruiti da Augusto Righi per lo proprietà delle onde elettromagnetiche (50 apparati, circa)

* Nucleo della prima metà' del novecento costruiti da Quirino Majorana per lo studio delle radiocomunicazioni (150 apparati, circa)

Attualmente **NON** esposta e in attesa di studio

* Nucleo della seconda metà' del novecento di apparati per l'astrofisica e la fisica delle particelle (150 apparati, circa)



COLLEZIONE DI FISICA

PIANO TERRA

AUGUSTO RIGHI
E L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
NELL'OTTOCENTO



PRIMO PIANO

AUGUSTO RIGHI E LE RICERCHE
SU ELETTROMAGNETISMO E
STRUTTURA DELLA MATERIA
TRA OTTOCENTO E NOVECENTO



Identificazione, studio e analisi dello stato degli oggetti – figura esperta (Paolo Brenni)



Sirena doppia di Helmholtz



Apparato per il confronto delle vibrazioni di due colonne sonore d'aria

Inventario della Collezione

OTTICA	83 apparati
GEODESIA	13 apparati
ELETTRICITÀ E MAGNETISMO	52 apparati
ACUSTICA	31 apparati
MECCANICA	15 apparati
TERMODINAMICA	54 apparati

	ACUSTICA(31 apparati)		
153	MDF - Risonatori di Helmholtz		Catalogo 1870: "collezione di 10 risuonatori di Helmholtz"
154	MDF - Analizzatori armonici di König con risonatori cilindrici		Catalogo 1870: "apparecchio di 4 tubi di ottone detto di Helmholtz e Koenig"
155	MDF - Analizzatori armonici di König		
156	MDF - Apparecchio a specchi rotanti		
157	MDF - Diapason elettromagnetico con cassetta di risonanza		
158	MDF - Diapason con cassa di risonanza		
159	MDF - Diapason elettromagnetico con interruttore a mercurio		
160	MDF - Diapason elettromagnetico	XIX secolo	nv. Istituto di Fisica A.Righi 355
161	MDF - Diapason con cassa di risonanza		
162	MDF - Diapason elettromagnetico con cassetta di risonanza		Inv. Istituto di Fisica 765
163	MDF - Diapason elettromagnetico		Inv. Istituto di Fisica 545
164	MDF - Serie di diapason elettromagnetici (in cassetta) per le figure di Lissajous		Catalogo 1870: "apparecchio di Lissajous"
165	MDF - Ensemble di diapason e risonatori di Helmholtz		Catalogo 1870: "cassetta di diapason con bicchieri" "apparecchio di 5 diapason e 5 risuonatori per le vocali" Più avanti "collezione di diapason con cassetta rinforzante e cioè tre diapason ut3, 1 ut4, 1 ut4-4, 1 mi3, 1 sol3, 1 la3"
166	MDF - Metronomo		Catalogo 1870
167	MDF - Archetti		Catalogo 1835 "archetto di violino" Catalogo 1870 "arco da violino"
168	MDF - Ruota di Savart		Catalogo 1870 "detto per il rinforzo dei suoni di Savart" "ruota di Savart con accessori"
169	MDF - Apparato per il confronto delle vibrazioni di due colonne sonore d'aria		Catalogo 1870: "apparecchio per la trasmissione delle vibrazioni" "apparecchio per dimostrare i nodi e ventri nei tubi sonori" "apparecchio di interferenza con 2 tubi a capsule e specchio girante e becchi a gas" "apparecchio di Quincke per l'interferenza con capsule e becchi a gas" "detti per la trasmissione delle vibrazioni detto a fiamme cantanti"
170	MDF - Portavoce		Portavoce 1870
171	MDF - Fischietto di Galton		
172	MDF - Imboccatura per tubo acustico		Catalogo 1870: "cornetto acustico"
173	MDF - Imboccatura ad ancia o fischietto		Catalogo 1870 "fischio da locomotiva"
174	MDF - Sirena doppia di Helmholtz		Catalogo 1870
175	MDF - Variatore di tono di Stern (300 - 600 Hz)		
176	MDF - Sirena di Cagniard de La Tour		Catalogo 1870
177	MDF - Altoparlante a tromba		
178	MDF - piallatrice per cilindri di cera		
179	MDF - Altoparlante con diaframma, supporto per fissarlo		
180	MDF - Apparecchio di Trevelyzen		
181	MDF - Monocordo		
182	MDF - Tavole di Chladni		
183	MDF - Tamburo (Regio Museo di Fisica)		

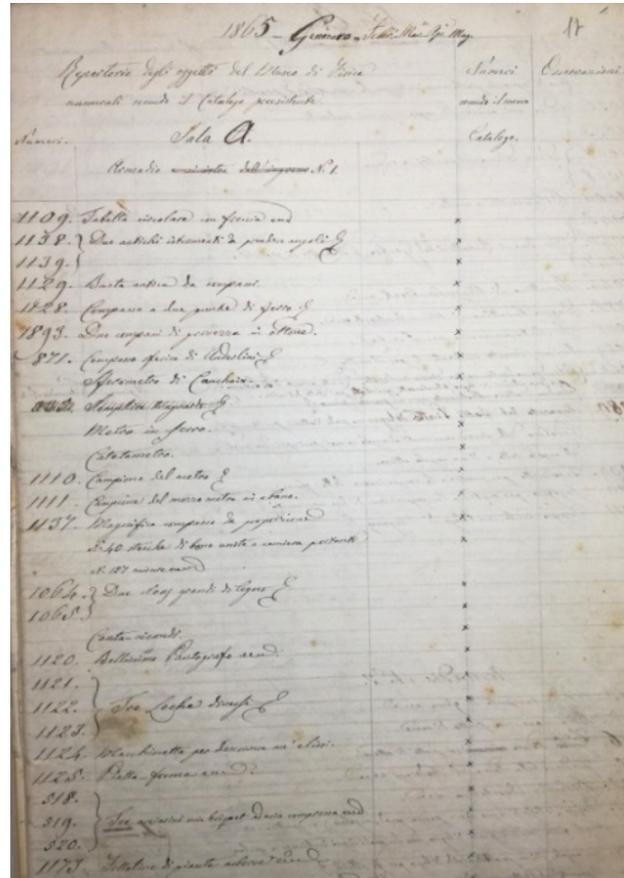
Sezione di Acustica del nuovo inventario della Collezione



Cataloghi e inventari storici – Archivio Storico Unibo



Catalogo del 1835, Silvestro Gherardi



Inventario del 1865



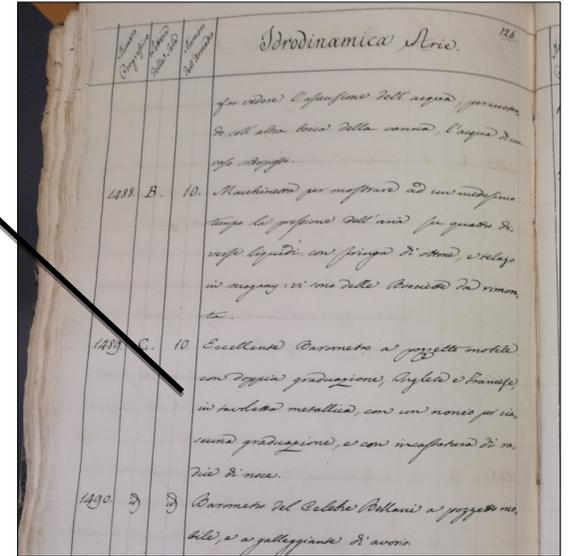
Inventario del 1870

Dal Catalogo del 1835

“Bella macchina d’Atwood completa, co’ suoi pesi in cassetta di mogano.”



“Eccellente Barometro a pozzetto mobile con doppia graduazione, Inglese e Francese, in tavoletta metallica, con un nonio per ciascuna graduazione, e con incassatura di radice di noce.”



“Stupendo apparato per dimostrare la varietà della rifrazione nell’aria variamente densa: consiste in un prisma di ottone con due facce di bellissimo cristallo, con siringa da condensare, e rarefare l’aria nel prisma, e con due manometri di cristallo [...]”

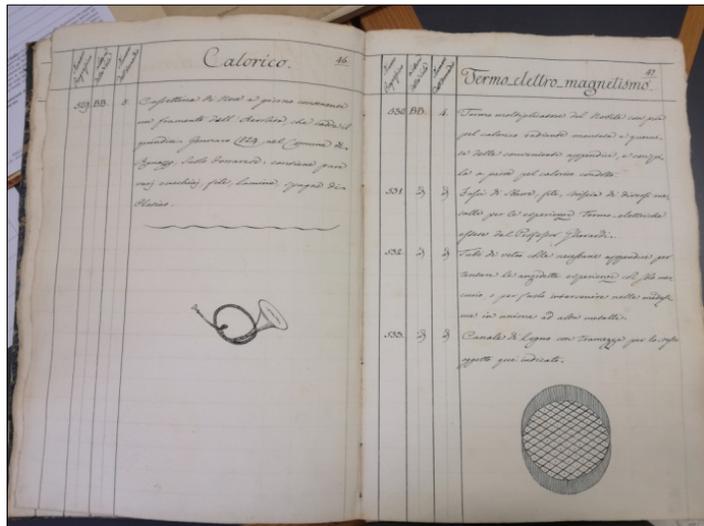
“Microscopio Catadiottrico del Celebre Amici, con tavoletta di lavagna, e colla memoria relativa dell’autore.”



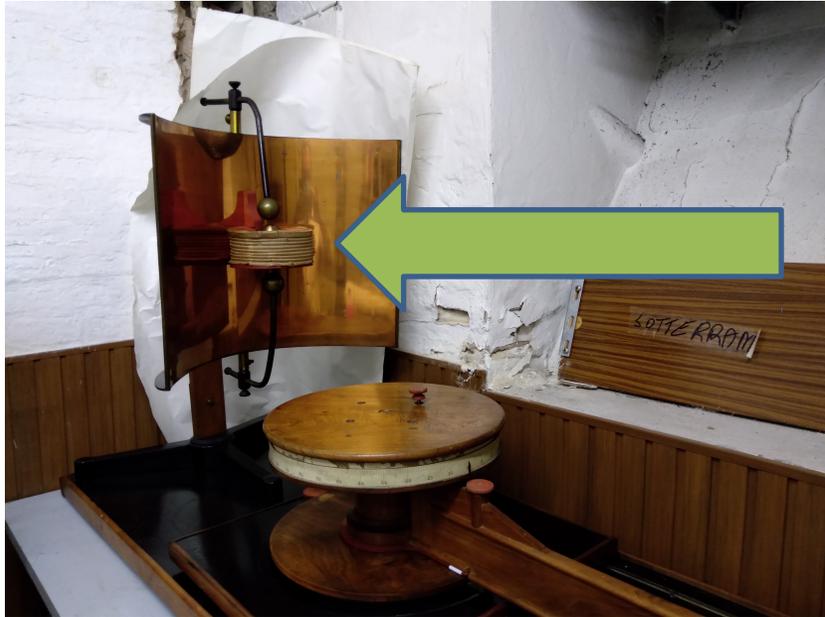
“Pila a colonna con montatura, e a dischetti rame e zinco saldati.”



“Sette elettroscopi, uno a pendolini, due a foglie d’oro, quattro a pagliuzze.”



Valutazione e conduzione di (parte) dei restauri necessari – oscillatore a tre scintille e banco per oscillazioni elettriche di Righi



Sulle oscillazioni elettriche a piccola lunghezza d'onda e sul loro impiego nella produzione di fenomeni analoghi ai principali fenomeni dell'ottica : memoria del prof. Augusto Righi, letta alla R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna nella sessione del 27 maggio 1894 / Augusto Righi



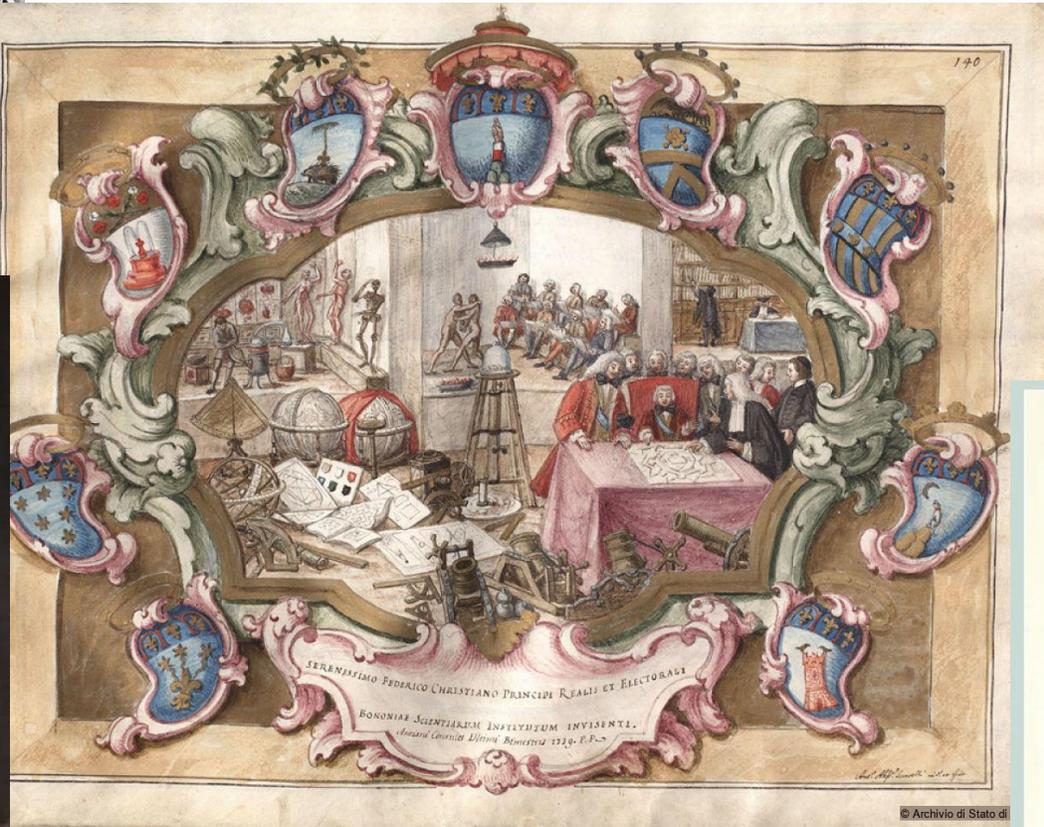
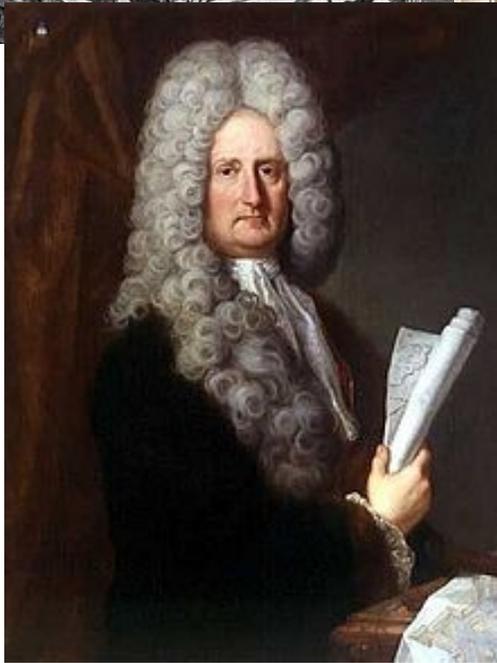
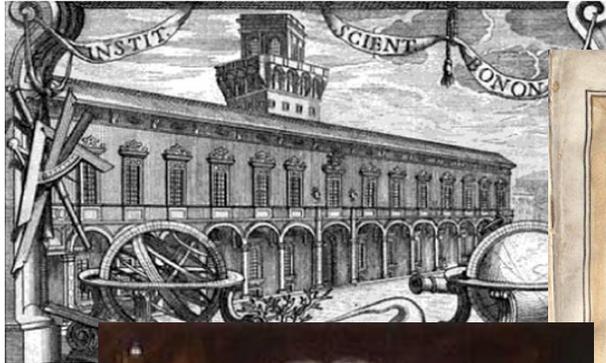
Visita per immagini e messaggi principali



Righi e l'insegnamento della fisica nell'Ottocento – piano terra



Il Regio Museo di Fisica non nacque dal nulla – il Gabinetto di Fisica dell’Istituto delle Scienze



JOURNAL OF DR. JOHN M

July 20, A.M.—This morning I went to see ye Students of Painting nature from ye Life—at the Academia, where a naked man presented himself two hours, in such Posture as ye Master fit the Students should delineate. This is done three times a week; & the attitude is the same, which is changed every week.

After Breakfast I paid a visit to the celebrated Doctress & Professor of Natur'l Philosophy Laura Maria Catherina Bassi, who was employed at our coming in giving Lectures upon light & Colours shewing the 4 primary original Colours, which she said were red, yellow, blue & green, the purple, orange & violet being

ORGAN

several cuts & to shew the sur-ye rays of in a slit or board with on ye Sun, t'r, and by

means of a Speculum made to pass thro' the first mentioned hole. This rec'd at abt a foot distance on a piece of paper, at a sort of focal point, shows how ye ray is attracted by ye sides of the slit, so as to shew a separat'n of the Col'rs, & a Dilatation of them into a kind of fimbria.

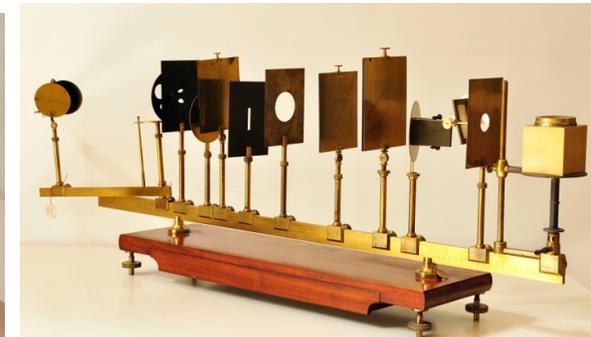
N.B. An acct of the bolognian phosphorus is published abt 10 y'rs ago in ye Memoirs of the Academy of Sciences.

After this she discoursed very learnedly on Electricity & other philosophical subjects, introduced me to her Husband who is Professor of Medicine in the College, and when I left her, was greatly pleased at her affability. She spoke in french.

I laboratori dell'Istituto delle scienze di Bologna - La visita di Federico Cristiano di Polonia all'Istituto delle scienze di Bologna nel 1728 (Archivio di Stato di Bologna)

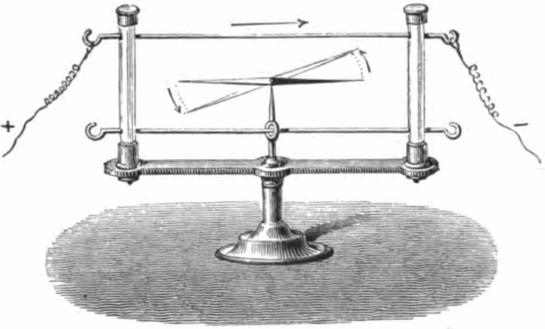


Regio Museo di Fisica - luogo per esposizione e definizione dell'identità della disciplina

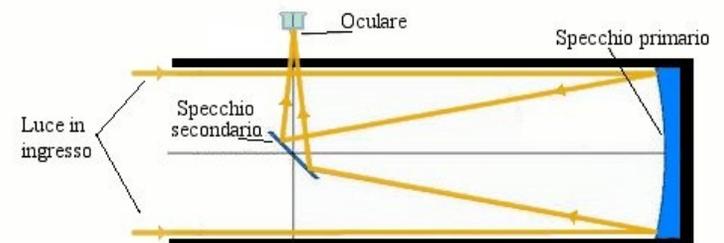


FISICA CLASSICA – meccanica, termodinamica, elettricità e magnetismo, acustica, ottica, geodesia e meteorologia

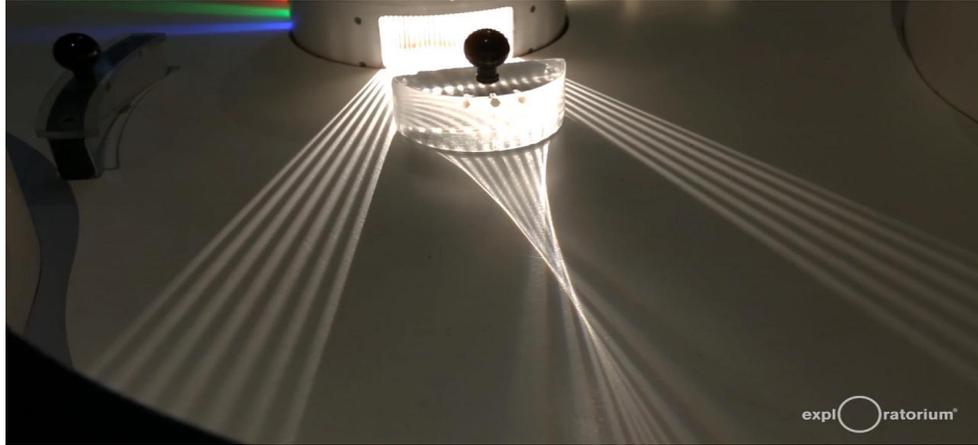
Strumenti didattici, per l'esplorazione e la spiegazione dei fenomeni – il ruolo dei costruttori nella creazione degli apparati



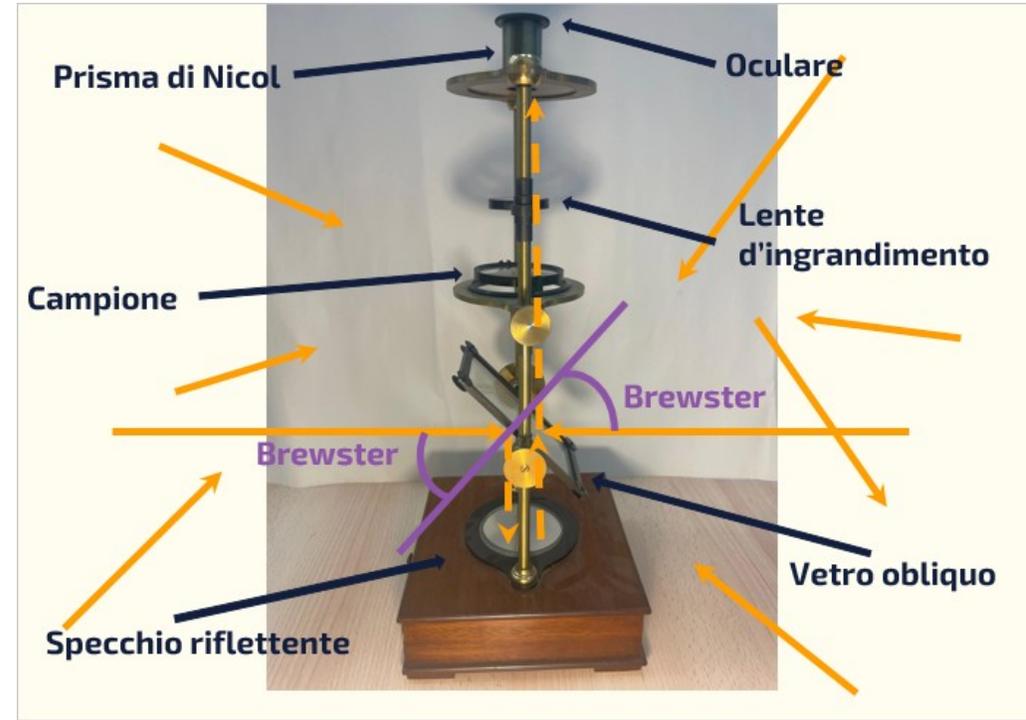
MICROSCOPIO CATADIOTTRICO DI AMICI – ispirato al telescopio a riflessione di Newton
BUSSOLA DEI SENI di POUILLET/RUHMKORFF – rivisitazione dell'esperimento tra correnti e magneti di Ørsted



Luogo per la coltivazione della competenza sperimentale – exhibit vs strumento scientifico



Light exhibit - Exploratorium



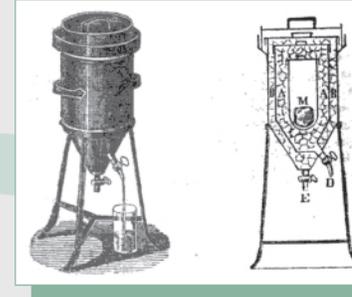
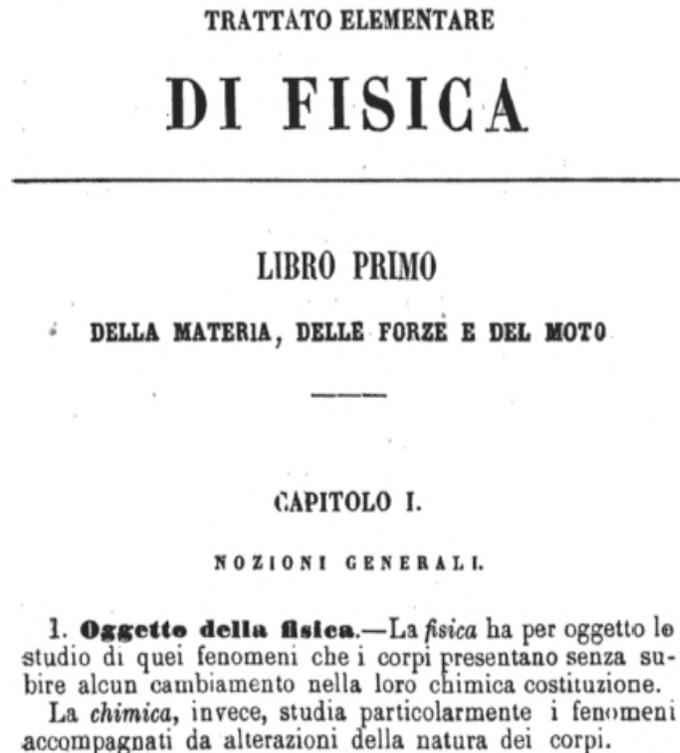
Polariscopio di Nörremberg

Minimizzare vs massimizzare la competenza necessaria e l'interazione tra sperimentatore e apparato

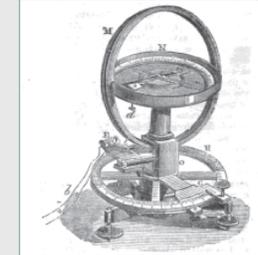
Mostrare vs esplorare il fenomeno (polariscopio di Nörremberg: polarizzazione lineare, circolare, cromatica, interferenza, angolo di Brewster, ...)

<https://www.youtube.com/watch?v=3lzyfvnJ4yk>

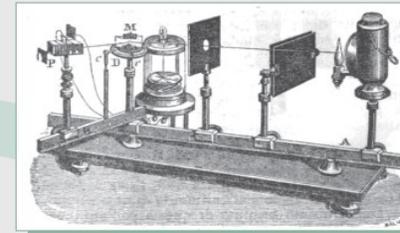
Versione espositiva di un libro di testo – focus sulla pratica sperimentale e «lieve» formalizzazione teorica



"L'apparecchio [...] è dovuto a Lavoisier e ha il nome di calorimetro di ghiaccio. [...] quest'c di tre vasi concentrici di latta. In quello che tr si colloca il corpo M di cui si cerca il calorico s; due compartimenti sono pieni di ghiaccio fra
Trattato elementare di fisica sperimentale e di meteorologia, A. Ganot, p. 342



"La bussola dei seni è un galvanometro destinato a misurare [...] quale però non è d'uopo [...] Quest'apparato, dovuto [...] per ciò che il filo di rame, [...] po pochissimi giri, e qualche ago magnetizzato. [...]".



"La pila termo-elettrica, [...] combinata col galvanometro, divenne, per opera di Melloni, l'apparato termo-elettrico il più sensibile che si conosca. Questo scienziato, che diede a così fatto strumento il nome di termo-moltiplicatore, lo dispose come mostra la figura [...]".

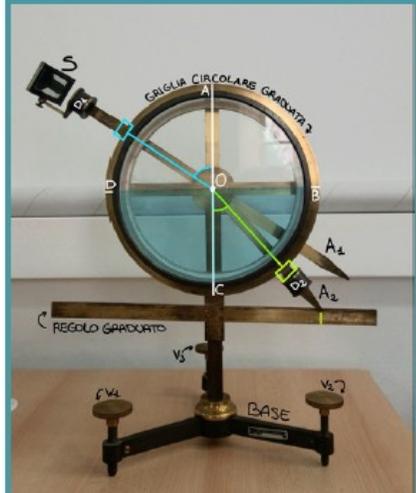
IL TRATTATO SPERIMENTALE DI FISICA SPERIMENTALE E APPLICATA E DI METEOROLOGIA di ADOLPHE GANOT (1851)



Didascalie e approfondimenti QR-Code – contestualizzazione e lettura critica dell'esperimento

Apparato per lo studio della Rifrazione

OTTICA



Contesto storico

La comprensione della rifrazione della luce - e più in generale della storia dell'ottica - sono stati processi graduali che hanno coinvolto numerosi scienziati e inventori nel corso dei secoli.

Uno dei primi importanti contributi nel campo dell'ottica è dato da Claudio Tolomeo (II secolo) che si è occupato dello studio della luce, in particolare dei fenomeni di riflessione e rifrazione. Egli localizza la legge della rifrazione in modo qualitativo facendo considerazioni su 3 coppie di elementi: acqua-aria, aria-vetro e acqua-vetro. Un altro personaggio degno di nota è Alhazen (X secolo), che fu uno dei più importanti scienziati del mondo islamico. Considerato l'iniziatore dell'ottica moderna, ripeterà gli esperimenti di Tolomeo e li raccoglierà con tutte le conoscenze della scienza antica nel suo *Libro dell'ottica*.

La legge della rifrazione viene scritta come la conosciamo oggi da

Apparato per lo studio della Rifrazione

OTTICA



Contesto storico

La comprensione della rifrazione della luce - e più in generale della storia dell'ottica - sono stati processi graduali che hanno coinvolto numerosi scienziati e inventori nel corso dei secoli.

Uno dei primi importanti contributi nel campo dell'ottica è dato da Claudio Tolomeo (II secolo) che si è occupato dello studio della luce, in particolare dei fenomeni di riflessione e rifrazione. Egli localizza la legge della rifrazione in modo qualitativo facendo considerazioni su 3 coppie di elementi: acqua-aria, aria-vetro e acqua-vetro. Un altro personaggio degno di nota è Alhazen (X secolo), che fu uno dei più importanti scienziati del mondo islamico. Considerato l'iniziatore dell'ottica moderna, ripeterà gli esperimenti di Tolomeo e li raccoglierà con tutte le conoscenze della scienza antica nel suo *Libro dell'ottica*.

La legge della rifrazione viene scritta come la conosciamo oggi da Cartesio che - inventando uno strumento simile a quello di questo approfondimento - osserva due mezzi a confronto e introduce la famosa formula dei seni. Dopo di lui anche Newton e Huygens tratteranno il tema della rifrazione, in particolare per gli angoli di rifrazione dei colori. Il libro che "chiude un'epoca" sugli studi ottici è considerato *L'ottica delle Oscillazioni Elettriche* di Righi dove egli riprende tutti gli esperimenti noti sulla luce visibile e li ripete nel nuovo regime delle oscillazioni.

Lo strumento che state osservando è un apparato per lo studio della rifrazione, ideato dal fisico francese Johann Teobald Silbermann (Pont d'Aspach 1806 - Parigi 1865) - che fu uno scienziato francese, preparatore di fisica alla Sorbona e (dal 1848) conservatore delle collezioni al Conservatorio di arti e mestieri - e dal costruttore Jean B. F. Soleil nel 1844.

Utilizzo

Il funzionamento dello strumento si basa sulla misura dell'angolo e del seno del raggio incidente i e del raggio rifratto r eseguite tramite un disco ed un regolo graduati.

La vasca centrale trasparente viene riempita d'acqua (o di un qualsiasi liquido trasparente) esattamente a metà, fino al centro O dello strumento. Data una sorgente di raggi luminosi (come ad esempio il Sole), prendiamo lo specchio e lo posizioniamo in modo che rifletta un raggio (detto raggio incidente i) in direzione del centro O. Nel momento in cui il raggio arriva nel punto O - poiché cambia mezzo di propagazione (da aria ad acqua) - viene rifratto.

Descrizione tecnica

Lo strumento è composto da un disco di ottone sul quale è presente una scala circolare graduata ABCD, la quale permette di misurare gli angoli in gradi. La misurazione di questi avviene grazie a 2 aste mobili di ottone (A1 e A2) imperniate al centro del disco graduato e ai quali estremi vi sono:

- A1: uno specchio S (piano e orientabile) ed un diaframma D1 forato al centro.
- A2: un diaframma D2 che presenta un piccolo foro al centro. Entrambe le aste presentano delle punte, che favoriscono la lettura delle lunghezze sul regolo graduato, e degli indicatori (evidenziati in figura con rettangoli colorati), che permettono la lettura dell'angolo sulla scala circolare graduata. Appoggiato al disco vi è un cilindro di vetro trasparente nel quale possono essere inseriti diversi liquidi così da misurare l'indice di rifrazione del liquido stesso con l'aria. Infine, la misura dei seni degli angoli è fatta attraverso un regolo con precisione al

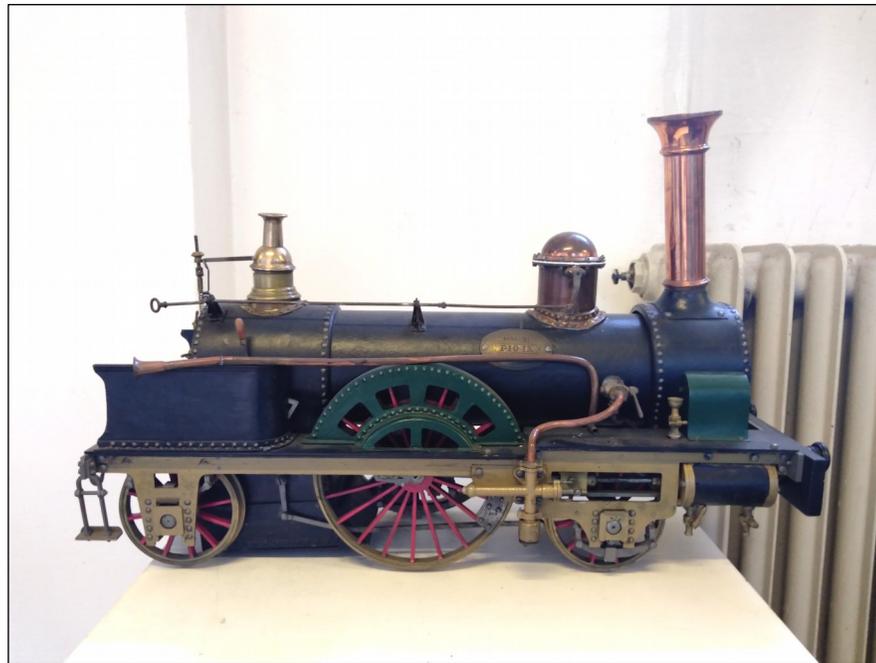
Approfondimento realizzato dagli studenti del corso di Laboratorio di Didattica della Fisica



Gabinetti ottocenteschi di fisica tra tradizione e innovazione - termodinamica



Banco per lo studio del calore raggiante (Ruhmkorff, 1844)



Locomotiva – Officine di Castelmaggiore, 1857, donazione di Papa Pio IX

Termometri e Barometri Ottocenteschi



4. Gabinetti ottocenteschi di fisica tra tradizione e innovazione - ottica



Prismi e apparato per lo studio della rifrazione di Silbermann



Banco ottico di Duboscq con accessori



Spettroscopio a prisma di vetro

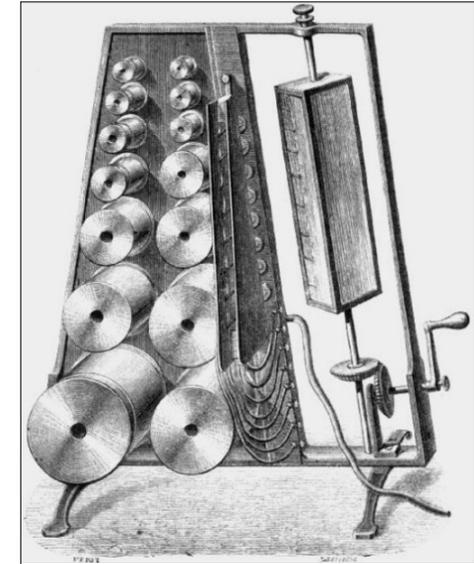


<https://www.youtube.com/watch?v=5Cd6lNyOMGs&list=PLsExxhg3O-cc-tiNa5DcSmrLyY-GW4bQ&index=15> (MICROSCOPIO SOLARE)
<https://www.youtube.com/watch?v=FJxEqt-whQ0&list=PLsExxhg3O-cc-tiNa5DcSmrLyY-GW4bQ&index=13> (BANCO OTTICO)

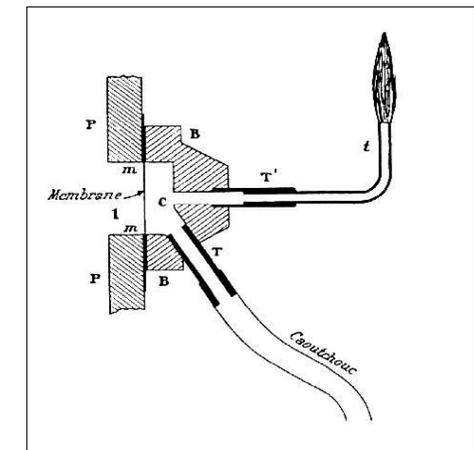
4. Gabinetti ottocenteschi di fisica tra tradizione e innovazione - acustica



Analizzatori armonici di Rudolph König
<https://www.youtube.com/watch?v=OHdL-65dkkY>

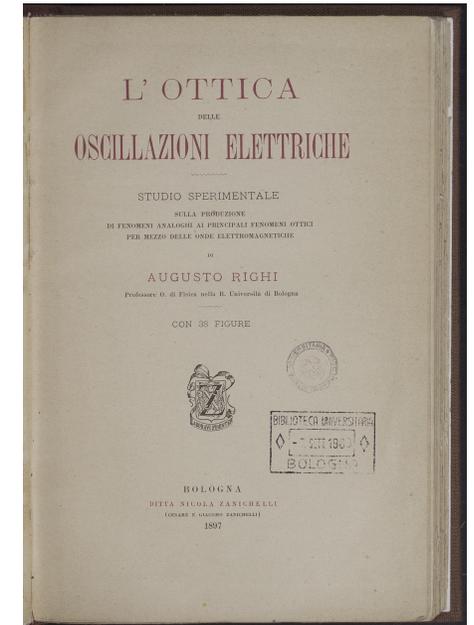


Rudolph König, *Catalogue des appareils d'Acoustique* (1889)



Righi e gli studi sull'elettromagnetismo e la struttura della materia – primo piano

"Il Prof. Righi ha dato un grande contributo alla nostra comprensione delle onde elettromagnetiche e del passaggio di elettricità attraverso i gas. Egli fu una delle guide spirituali della rinascita della ricerca scientifica in Italia, evento di eccezionale rilevanza nella recente storia del Paese» (J.J. Thomson, Royal Institution of London)



L'intercetta tra ricerca universitaria e invenzione della telegrafia senza filo

“Il giovane Marconi non è un mio allievo e me ne duole, anzi non fu mai uno studente universitario. Lo conobbi qualche anno fa, essendosi egli presentato a me con una lettera di un comune conoscente. Da quell’epoca sino a qualche mese addietro egli mi visitò varie volte, sia in laboratorio, sia a Sabbiuino di Monte, per sottopormi qualche sua geniale idea, e per chiedermi consiglio a proposito di qualche esperienza fisica che faceva a casa propria”

(Intervista rilasciata da Righi al *Resto del Carlino* il 28 Maggio del 1897)

“Non ho mai seguito una lezione del Prof. Righi in vita mia. [...] Egli mai si concentrò sull’idea di telegrafare senza fili e quando per la prima volta gli menzionai l’idea mi disse che pensava non fosse praticabile. Non ho più discusso l’argomento con lui”

(Marconi, Memorie, 1895 – 1899)

“I was by no means a regular attendant at his lectures, but only attended occasionally”

(Marconi testimony, September 28, 1903, US Patent Office, Minutes of evidence of an investigation of interference between applications of Marconi, Fessenden and Shoemaker, 1904, OX 533)



Esperimenti condotti da Righi per mostrare l'esistenza delle onde elettromagnetiche

“Eravamo nel 1895. Il Righi per porci in evidenza le onde Hertziane **aveva posto un risonatore di Hertz nella cattedra dell'antica aula di Fisica unito ad uno specchio parabolico. Il risuonatore era anche unito ad un elettroforo a fogliolina d'oro posto sotto una campana pneumatica dove era stato fatto il vuoto. In un altro locale del gabinetto di fisica, lontano dall'aula, il Righi aveva posto un produttore elettrico e tra questo e la cattedra nelle varie stanze intermedie, aveva sospeso, isolandoli, dei pezzi di filo di rame disgiunti ed a distanza tra loro.** Fece ad un dato momento funzionare il produttore elettrico ed io e gli altri studenti potemmo chiaramente osservare le foglioline d'oro dell'elettroforo allontanarsi l'una dall'altra, segnalando così che le onde elettriche erano state raccolte.

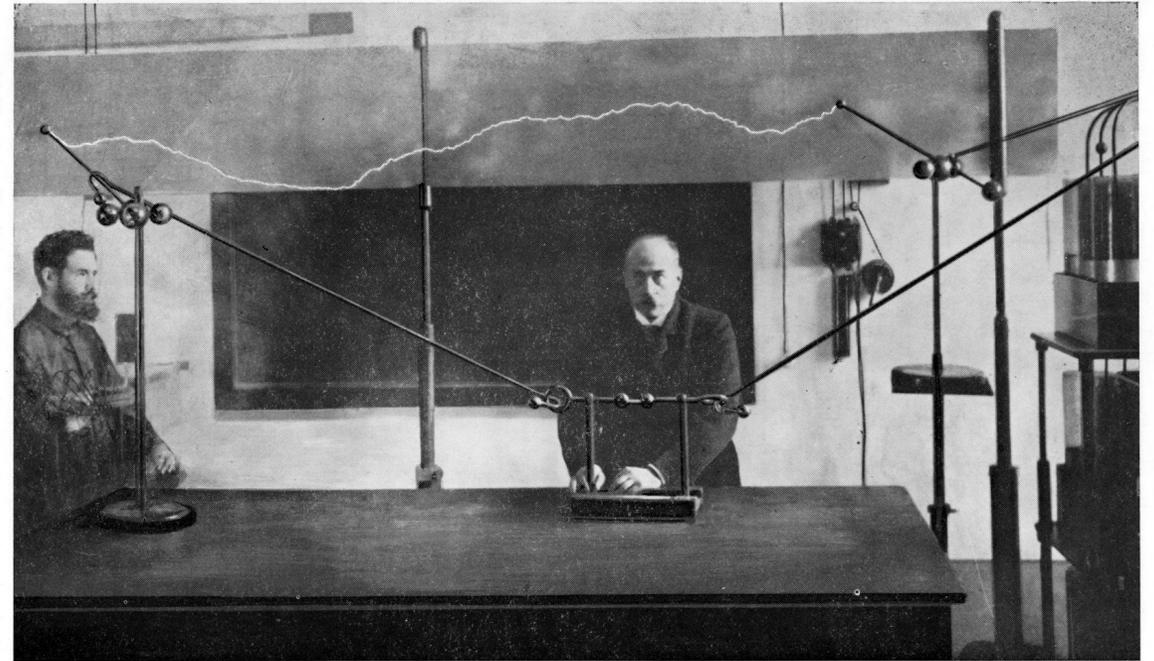
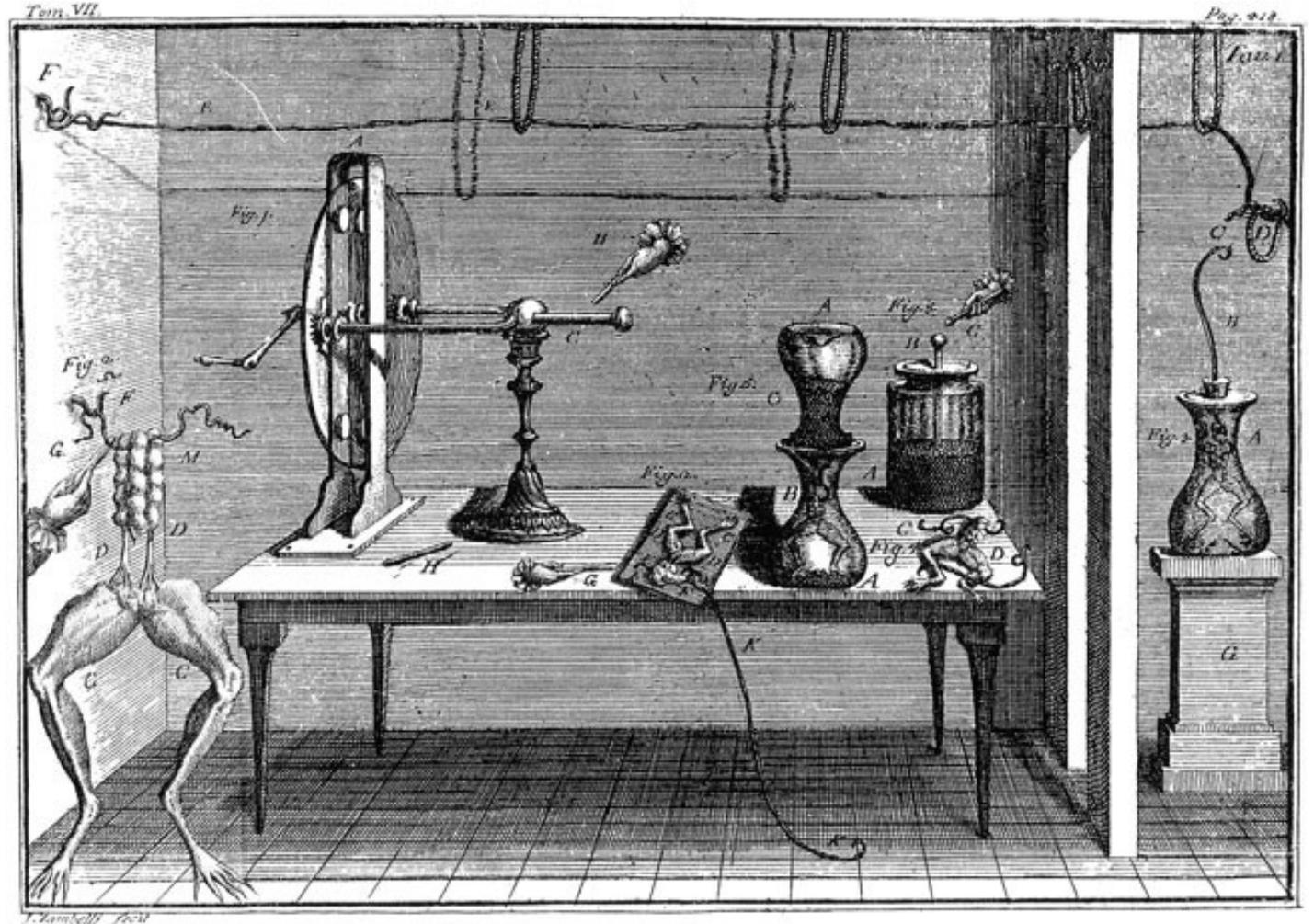


Fig. 1. - Augusto Righi e Bernardo Dessau durante un'esperienza fatta a lezione verso la fine del secolo scorso nell'aula del vecchio istituto, in via Zamboni 33. (Foto dell'Istituto di Fisica « A. Righi »)

De Viribus, Tav. I – Luigi Galvani (1791)

“Facemmo l’esperienza in questo modo. Sospendemmo un filo di ferro a fili di seta e, come dicono i fisici, lo isolammo. Legammo un capo di esso, sempre con filo di seta, ad un chiodo infisso nel muro; l’altro capo facemmo passare attraverso stanze, portandolo, giusta la lunghezza del filo, lontano dalla macchina; a questo capo congiungemmo un altro filo di ferro alla cui estremità era appesa una rana. Per comodità chiudemmo la rana in un barattolo di vetro il cui fondo era coperto da una sostanza conduttrice, acqua per esempio, o pallini di piombo da caccia, con cui riusciva meglio l’esperienza. Fatta scoccare poi la scintilla dal conduttore della macchina, la rana selezionata, con grandissima nostra meraviglia, si moveva e quasi saltellava, pur così a grande distanza”



De viribus electricitatis in motu musculari commentarius. Bononiae: ex typographia Instituti scientiarum, 1791



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Grazie!

Eugenio Bertozzi, Laura Rigotti

Dipartimento di Fisica e Astronomia «Augusto Righi»

www.unibo.it