

## L'INSEGNAMENTO SPERIMENTALE DELLA FISICA A PERUGIA

Quando, nel 1763, Luca Antonio Pellicciari costituì in Perugia il primo fondo di apparecchi destinati all'insegnamento della Fisica Sperimentale<sup>1</sup>, Alessandro Volta era ancora ragazzo, la pila non era stata inventata e quindi l'elettrodinamica, che sostanzialmente ha avuto inizio con l'uso delle pile, non poteva far parte dei programmi; invero c'era anche assai poca elettrostatica, se si deve giudicare dal fatto che, nella "Nota" del Petrucci, compare una sola "Machina Elettrica", probabilmente a strofinio. Durante la direzione del Pellicciari vennero fatte alcune aggiunte di apparecchi elettrici: siamo ancora all'elettrostatica, ma sta per incominciare la grande era dell'elettromagnetismo e il Gabinetto di Fisica di Perugia segue con sollecitudine le nuove scoperte.

E conservato, presso l'Archivio Storico<sup>2</sup>, un inventario delle "Macchine di Fisica Sperimentale esistenti nella Università di Perugia", fatto da una commissione di "Revisori Deputati nei Comizi del 10 Luglio 1801" per la consegna al "Dott. Luigi Canali, attuale professore di Fisica" (Fig. 1). In questo documento, già alla ispezione del 1802, risultano presenti due macchine elettrostatiche e numerosi apparecchi elettrici, come: un "organo elettrico con sette campanelli", un quadro di Franklin e due bottiglie di Leida. In seguito, in data 8 Luglio 1807, c'è un elenco di dodici strumenti trovati in più, che porta al primo posto una "Pila Galvanica a cento dischi": questa era la Pila di Volta, nella sua prima forma, conosciuta allora col nome del grande competitor del Volta nella "Cortese Contesa", Luigi Galvani di Bologna.

Alessandro Volta di Como aveva inventata la pila nell'anno 1800, per portare un contributo alle proprie tesi sulla elettricità, e l'aveva presentata, nel 1801, alla Accademia di Francia ed a Napoleone I<sup>3</sup>. Da quel momento

11. Un Rocone di Ferro g. l'esperienza della decomposiz. dell'acqua.  
12. Pino Pneumatico.  
*Ci siamo Noi sottoscritti sotto atto di 3. Luglio  
1808. portati nella Camera delle Macchine  
di Fisica Sperimentale esistente in questa  
Università come Deputati di la revisione  
delle med. Macchine già confidate all'  
Emin. Sig. D. Luigi Canali, ad avendole fatta  
monte) riferite, e riconosciute, non solo le  
abbiamo trovate nel Numero, e qualità de  
scrivita come sopra, ma ancora diligentem  
e custodite, ed in ottimo stato esistenti. E per  
on adempimento della nostra incumberza  
perché il vero ne appurarsi ne abbiamo fa  
to il pote conoscere Attestato. Perugia 9. 7. 1808.  
3. Luglio 1808.  
Si è trovato di più  
Macchine e comunque le fogli e le varietà del  
Adatto  
Macchina e calcolare la refrazione delle corde  
Un Equilibrio.  
Le Tel. perpendicolari  
Un Sistema Di Ruote  
Tacciazzino d'argento  
Dovotino con qualche valutabile forza composta  
Cinque Pz. d'argento e la Caffa de Sig. Giuseppe  
Graz. Bettincini Dott. D. Giac. D'Adda  
B. Artico  
Luigi Canali Prof. V. Ig... m° II<sup>o</sup>*

Fig. 1

Una delle ultime pagine del controllo di inventario, per la consegna a Luigi Canali (1808); con la commissione ci sono le firme di Pellicciari e di Canali.

gli sperimentatori ebbero a disposizione una sorgente di corrente elettrica di notevole intensità e fu quindi possibile studiare le correnti stesse e tutte le loro interazioni, a cominciare dalla generazione di campi magnetici.

Il secolo seguente vide la nascita ed i grandi sviluppi dell'elettromagnetismo, il sorgere di campi di ricerca nuovi, come lo studio della scarica nei gas, e di numerose applicazioni che preludevano alla elettrotecnica moderna. La didattica seguiva da vicino l'entusiasmante cammino della Scienza e nelle aule apparivano apparecchi non molto diversi da quelli che si usano nei laboratori; non per nulla Luigi Canali è autore di note alle opere del Volta.

Nella nostra raccolta vi è traccia di tutto questo: per rendercene conto possiamo consultare l'inventario attuale che contiene una revisione molto precisa, in data 31 dicembre 1925, che riflette tutte le precedenti acquisizioni.

L'elettrostatica si era sviluppata: c'erano diverse macchine a strofinio, anche di grandi dimensioni, con i loro cuscinetti di cuoio, e c'era, oggetto nuovo e raro, la macchina elettrostatica a vapore inventata nel 1840 da Armstrong a Newcastle (Fig. 2), quella che, insieme ad alcune altre, andò distrutta nell'incidente del campanile, come abbiamo altrove accennato. Già nei primi anni del secolo,

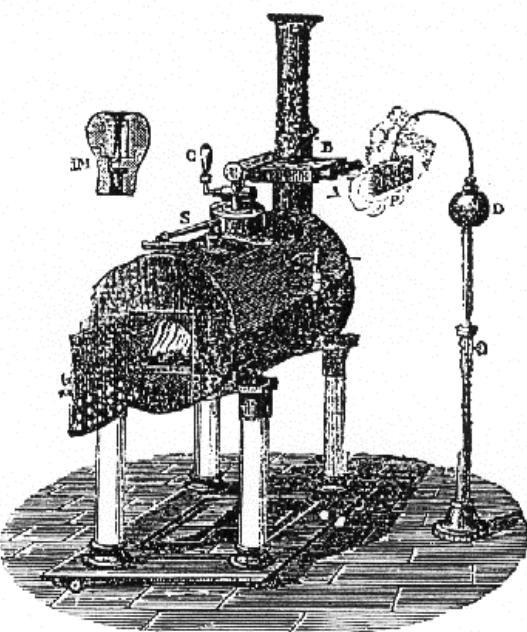


Fig. 2

*La macchina elettrica a vapore di Armstrong, in un disegno d'epoca. Tutta la caldaia è portata da sostegni di vetro, altezza totale circa 1,20 m. Il getto di vapore, uscendo dall'ugello si caricava d'elettricità positiva che veniva trasferita al conduttore isolato D.*

accanto agli elettroskopî a foglie d'oro, correddati da bacchette di vetro e di ebanite, c'erano le bottiglie di Leida col relativo "arco scaricatore" (Fig. 3). Ben presto entrarono in collezione, per uso corrente nella didattica, alcuni geniali apparecchi voltiani, come la pila, il voltmetro, le pistole, l'elettroskopio a condensatore capace di rivelare piccolissime diffe-

renze di potenziale e l'elettroforo, detto "la macchina elettrica dei poveri" perché è la più semplice delle macchine a induzione.

Poi molte nuove attrezature vennero acquisite, tra cui diverse macchine elettrostatiche "a induzione", come la macchina di Holtz o la macchina a doppio disco di Wimshurst (Fig. 4), quella che lo studente doveva esaminare in ogni più piccolo dettaglio, fino al giorno in cui venne dimenticata, a favore della Macchina di Van de Graaff, la sola elettrostatica che i nostri giovani sono ora tenuti a conoscere.

Incominciava intanto l'era della elettrodinamica ed anche in aula le dimostrazioni scientifiche si mescolavano ai progressi tecnici più avanzati. Tipico esempio di questi sviluppi è l'avvento del "Rocchetto a Induzione di Ruhmkorff", il nonno di tutti i trasformatori, in onore del quale alcuni ragazzi ci raccontano ancora che "in un trasformatore il primario è formato da poche spire grosse...". Ce ne erano piccoli modelli da dimostrazione, alcuni dei quali smontabili per metterne in evidenza ogni segreto e c'era anche un rocchetto più grande (Fig. 5), destinato a pilotare molte esperienze, spesso di grande attualità scientifica.

Il rocchetto serviva ad ottenere successioni di impulsi ad alta tensione, per mezzo dei quali si poteva ad esempio studiare la scarica nei gas rarefatti, con tubi di Crookes e di

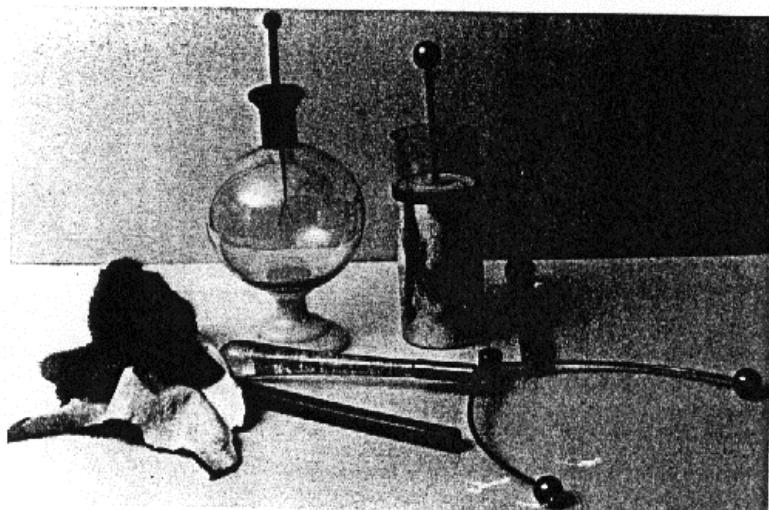


Fig. 3

*Alcuni strumenti della elettrostatica antica. L'elettroskopio a foglie d'oro è ancora molto primitivo perché non ha schermo metallico, la bacchetta di ebanite con la pelle di gatto si elettrizzava negativamente, per le cariche positive si usava una bacchetta di vetro. La bottiglia di Leida si poteva caricare con una macchina elettrostatica, anche tenendola in mano, ma la scarica, abbastanza pericolosa se presa sul braccio, veniva provocata con l'arco scaricatore con manici isolanti, che si vede nella foto.*

Geissler o anche con un lungo tubo di vetro montato su di una pompa a diffusione, in cui veniva ottenuto, durante il corso della lezione, un "vuoto" sempre più spinto. In modo analogo era possibile ottenere raggi catodici e "raggi canale" per studiarne le proprietà, ed anche generare raggi X, con i tubi di Roentgen. A quell'epoca la moderna cultura sui pericoli delle radiazioni non si era ancora formata ed ogni cautela era sconosciuta e quindi si riempiva l'aula di raggi con bellissime e pericolosissime esperienze: si osservava la fluorescenza del vetro e di altre sostanze, si esaminavano, con un schermo al platinocianuro di bario, le ossa della mano ed il contenuto di una scatola di compassi, poi si dimostrava il potere ionizzante dei raggi scaricando un elettroscopio a grande distanza.

I galvanometri, dalla bussola delle tangenti ai modelli astatici e finalmente al Deprez-D'Arsonval, arricchivano la collezione e servivano per misure, sia dimostrative che di ricerca. Per molti anni un galvanometro rimase permanentemente montato in aula, con il proprio illuminatore e la scala visibile da tutti gli studenti, pronto a servire ad ogni tipo di esperienza in cui fosse necessario rivelare piccole correnti: per esempio circuiti con letture "di zero", come il "Ponte di Wheatstone", il potenziometro e derivati (Fig. 6).

Intanto le macchine elettriche di potenza avevano permesso la distribuzione di energia elettrica, anche a corrente alternata, e le dinamo, derivate dalla invenzione di Pacinotti, fornivano al nostro laboratorio correnti continue di grande intensità, in modo molto più pratico delle batterie di pile.

Si rendevano così possibili affascinanti esperimenti in aula sulle interazioni tra correnti e tra correnti e magneti, molte delle quali attribuite a grandi nomi, come Oersted, Ampère o Thompson. Le proprietà del campo magnetico si esploravano con aghi magnetici, bussole, calamite permanenti ed elettromagneti, tra i quali il "Magnete di Faraday", un apparecchio che serviva sia alla didattica che alla ricerca. L'induzione elettromagnetica, offriva un capitolo sperimentale di enorme interesse, con grandi possibilità di esperienze in aula che potevano suscitare qualche polemica: infatti si dimostrava così con i fatti che, dopo tutti i discorsi cavillosi sul moto relativo, aveva ragione il vecchio Faraday e, senza parere, si apriva

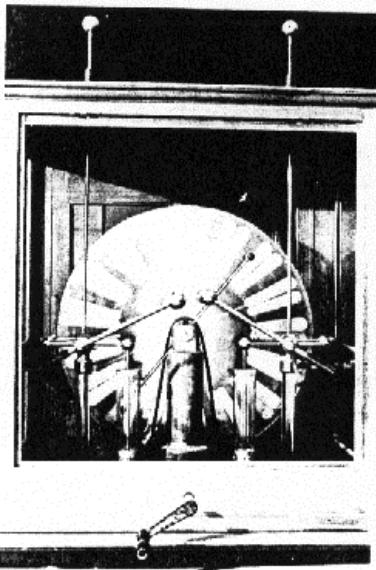


Fig. 4

*La macchina eletrostatica di Winschurz, ad induzione a doppio disco. Questo modello funzionante è alto in tutto circa un metro; essa richiedeva una accurata evasazione per garantire il buon esito delle esperienze in giornate non molto secche.*

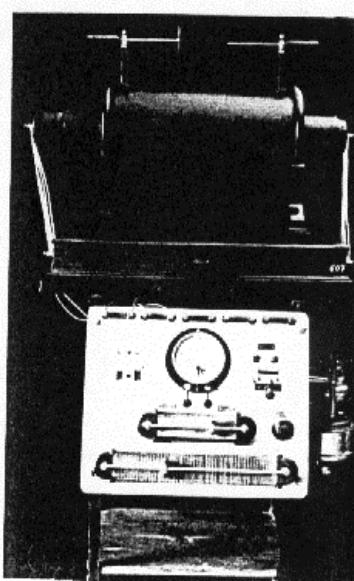


Fig. 5

*Il "Rocchetto di Rhumkoff" modello grande alto 175 cm da terra. Era attivato dall'interruttore rotativo a mercurio che si vede sulla destra: la scarica si aveva tra la punta e la pastura in alto, a meno che non venissero realizzati collegamenti esterni; i revisati e lo strumento del quadro servivano a regolare la corrente del primario fornita da una dinamo.*

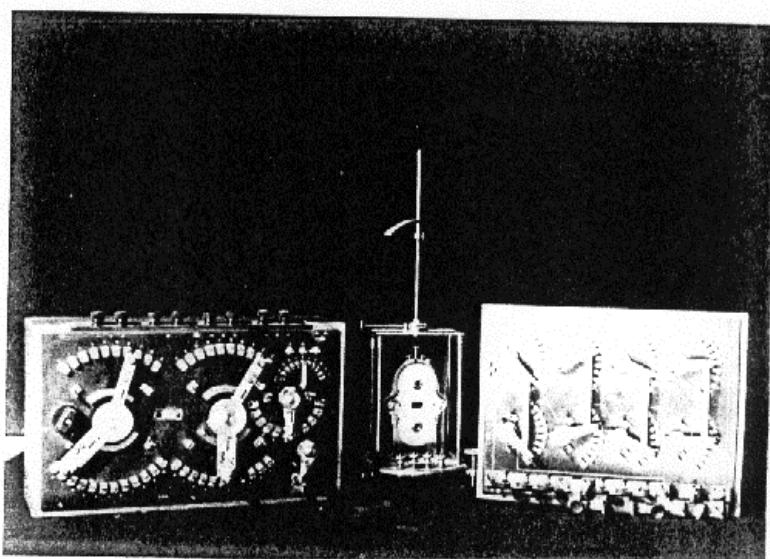


Fig. 6

*Ponte di Wheatstone e ponte doppio, con un galvanometro astatico compensato; la robusta costruzione di questi apparecchi ottocenteschi assicurava ottimi contatti usando spazzole multiple di bronzo fosforoso.*

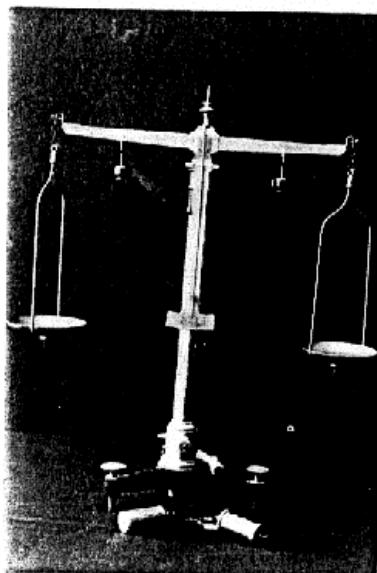


Fig. 7  
La bilancia idrostatica con l'accessorio per la verifica del "Princípio di Archimede".

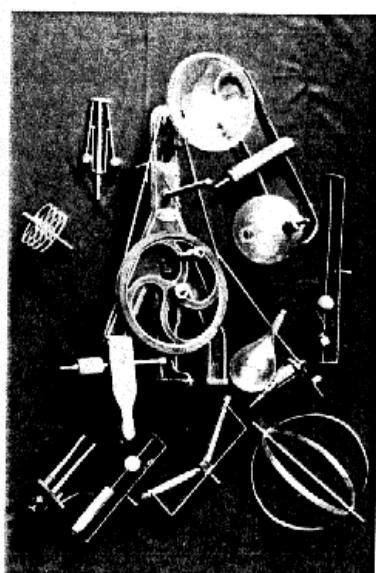


Fig. 8  
Macchina di rotazione con i suoi accessori. Il telaio di ghisa è lungo quasi 60 cm, gli accessori permettevano svariate esperienze di meccanica delle rotazioni, anche usando nelle vaschette diversi liquidi immiscibili. Se nella vaschetta più larga si versava del mercurio, durante la rotazione la superficie prendeva la forma di uno specchio parabolico, come si dimostrava con una lampadina posta nel fuoco.  
Allora si usava il velenosissimo mercurio senza alcuna precauzione per gli operatori e per il pubblico.

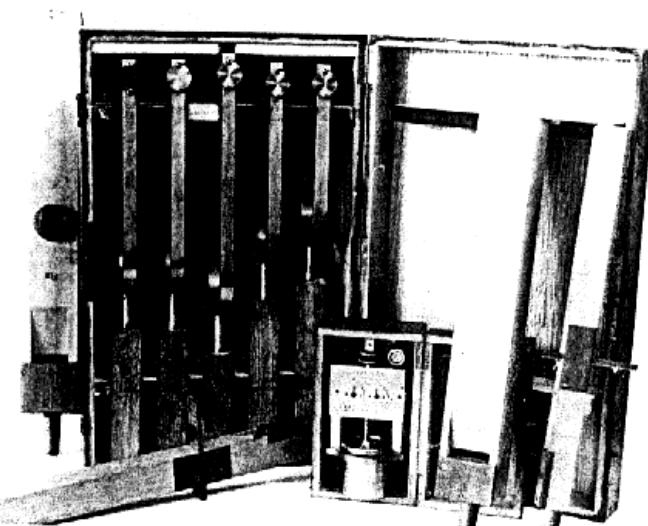


Fig. 9  
Una scatola di diapason muniti di specchi per ottenere oscillogrammi o figure di Lissajous, alcuni dei molti tubi sonori e la "Sirena di Cagniard de la Tour" mediante la quale si può valutare la frequenza dei suoni.

in anticipo la strada alla Relatività".

Sempre per tenere il passo col progresso, vennero acquistati molti altri ingegnosi apparecchi, tra cui i "Telefoni di Righi" ed i "Telegrafi alfabetici", valvole termoioniche ed apparecchi per lo studio delle onde elettromagnetiche. In questo campo di ricerca, arrivato agli albori del '900, Perugia aveva uno specialista, il prof. Bernardo Dessau, collaboratore di Augusto Righi. Dessau aveva anche acquistato apparecchi per lo studio della radioattività delle acque e dell'aria, altro argomento di grande attualità.

Naturalmente non solo l'elettromagnetismo veniva curato: la meccanica, che si era già sviluppata nel primo periodo del Gabinetto di Fisica, era ancora considerata argomento importante. Si studiava la caduta dei gravi, ad esempio con la "Macchina di Atwood", oltre che con i vecchi piani inclinati, e si cercava di misurare la accelerazione di gravità con i pendoli; ma intanto si dava ancora importanza a dispositivi legati alla scienza antica, come le "macchine semplici"; peraltro la Bilancia Idrostatica (Fig. 7), già contenuta nella "Nota" del Petrucci, era ancora in uso con i suoi accessori e permetteva esperienze molto efficaci e significative.

Una "Macchina di Rotazione" (Fig. 8), era attrezzata per tutti gli esperimenti sulla forza centrifuga, che già Newton, con ragione, aveva considerata misteriosa e molto indicativa sulle leggi fondamentali dell'Universo.

L'acustica poteva essere illustrata servendosi di una interessante collezione di diapason e di tubi sonori (Fig. 9), questi ultimi azionati da una soffieria a pedale (distrutta poi dal tempo e dai tardi), che aveva il pregio, rispetto ai dispositivi più moderni, di essere molto silenziosa e di grande efficacia didattica e di un analizzatore a "Risonatori di Helmholtz" (Fig. 10), con "fiamme sensibili" pilotate da capsule manometriche che, osservate nello specchio rotante, costituivano un sistema di rivelatori oscilloscopici. Il "sonometro" a due corde, offre una delle più belle dimostrazioni sulla risonanza acustica, lo stesso fenomeno che attivava l'antica "Viola d'Amore": questo apparecchio funziona ancora, per chi ha la pazienza di farlo funzionare: le otto tavolette di legno duro che cadendo sul pavimento danno la scala cromatica sono sfuggite alla distruzione, ma i due "Caleidofoni di Wheatstone", quelli che davano le figure di Lissajous nel modo più sempli-

cc (per osservazione individuale) sono scomparsi, forse a causa del loro modesto aspetto di semplici barrette di acciaio fissate su di una vecchia base di legno.

La terminologia si arricchiva intanto di una bella collezione di termometri, di termoscopi di alta sensibilità e di molti piccoli dispositivi classici, tra cui un dilatometro, che ogni volta che si usava minacciava un principio di incendio dovuto alla lunga vaschetta per le fiamme ad alcool. Modelli di macchine termiche e idrauliche erano considerati essenziali per una buona didattica: molti di essi erano in grado di funzionare, con grande spasso degli studenti.

Il "calore raggiante" si studiava con un "Banco di Melloni" copia fedele dell'originale (Fig. 12), che consentiva misure di alto interesse, mediante le "Pile Termoelettriche" collegate al galvanometro: ecco un altro esempio di apparecchiatura, destinata in origine alla ricerca, che entrava nei laboratori didattici e nelle aule.

In ottica erano possibili molte diverse esperienze, tra cui quelle su interferenza e diffrazione che provano la natura ondulatoria della luce; c'erano ad esempio i dispositivi per mostrare, anche in proiezione, la formazione degli "Anelli di Newton" (Fig. 11).

Si sviluppava anche la spettroscopia, sulle tracce dei progressi in uno dei più misteriosi campi di ricerca, destinato ad aprire la strada a molti importanti risultati in Fisica ed in Chimica-Fisica. Tra il materiale disponibile in questo campo, si veda la collezione di prismi (già nella Nota di Petrucci c'erano "Due prismi d'Inghilterra"), tra cui un prisma multiplo che mette in evidenza le diverse proprietà di vari tipi di vetri ottici (Fig. 13), e gli spettroscopi di vario tipo, anche a visione diretta. L'attrezzatura dell'Istituto venne poi estesa con l'acquisto di un importante Banco Ottico di Zeiss, dotato di un ampio corredo di accessori.

La sorgente di luce per le esperienze di ottica era allora la lampada ad arco a carboni, cioè una luce assai potente e molto bianca che richiedeva continua assistenza, fumava un po' e minacciava sempre di spaccare la lente del condensatore; la luce era assai calda, perciò occorreva un assorbitore di infrarosso, previsto anche dal banco Zeiss. Con questa luce era possibile rendere visibile a tutta l'aula la diffrazione da una fenditura, l'interferenza di Young o quella con gli specchi di Fresnel, ma bisognava conoscere bene il mestiere.

Oggi si fa tutto col laser in modo chiarissimo come visibilità, ma forse un

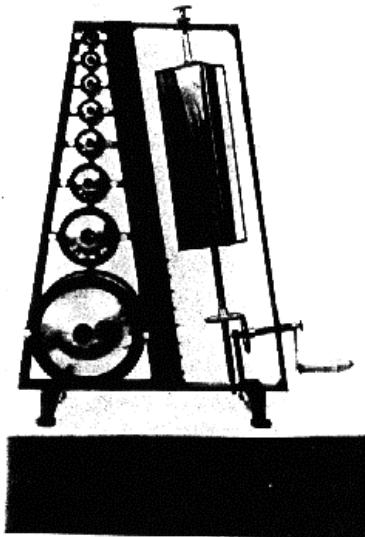


Fig. 10  
Analizzatore di suoni, composto da otto risuonatori di Helmholtz, sismme manometriche e specchio rotante; l'apparecchio è alto circa 90 cm.

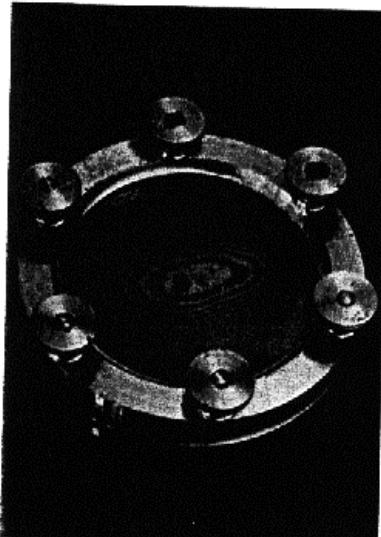


Fig. 11  
"Anelli di Newton", un esempio di interruzione ottica. Se osservati in luce bianca gli anelli appaiono iridati.

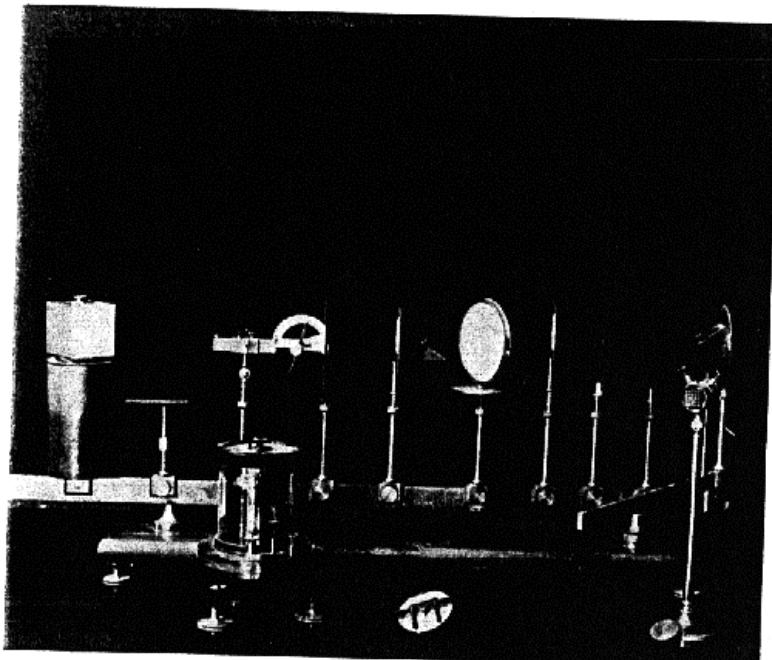


Fig. 12  
Il banco di Melloni per lo studio del "calore raggiante", con accanto il galvanometro ed una pila termoelettrica. In totale è lungo circa un metro.

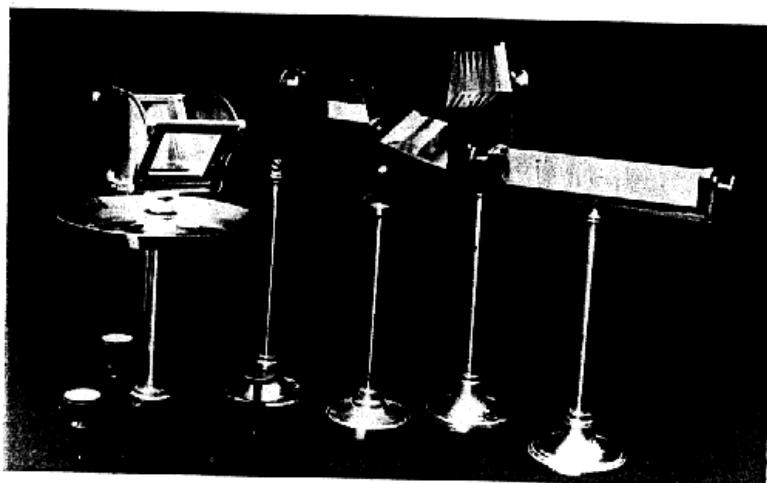


Fig. 13  
Prismi in vetro e prismi a liquido, di cui uno ad angolo variabile. Si notino i prismi multipli (in vetro e a liquido) che servivano per confrontare gli spettri dati da materiali diversi.

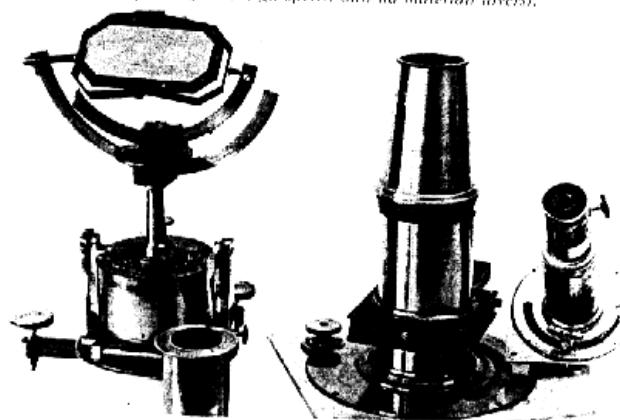


Fig. 14  
Eliostato (alto 30 cm) con alcuni dei componenti del microscopio solare.

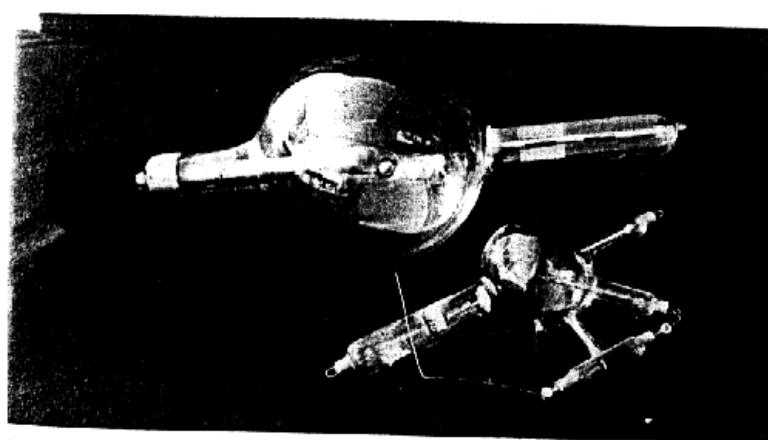


Fig. 15  
Due tubi per raggi X. Il tubo più grande serviva per le esperienze in aula con il roccetto. L'anodo è raffreddato con barra di rame e alettatura; l'altro mostra il dispositivo per modificare il "vuoto" ed il "proprio anodo (Tubo "Focus Bianodicus").

po' più difficile da spiegare. Prima della lampada ad arco la miglior sorgente di luce bianca ed intensa era il sole: bisognava portarsi un raggio in aula e tenerlo ben fermo, almeno per un po': ecco dunque entrare in servizio l'"eliostato", che si metteva in cortile, quando si poteva avere una macchia di sole. Era un meccanismo ad orologeria abbastanza complicato che si metteva in ordine tenendo conto di latitudine e longitudine, data ed ora, nonché della geometria della esperienza, perché il raggio potesse infilarsi ben dritto nel tubo di ottone di ingresso. Dopo tutto non era così facile, ma consentiva ottime protezioni, ad uso di tutti, ottenute con il microscopio solare, quello che già era nella "Nota" di Petrucci (Fig. 14). Ma oggi giorno, in tempo di luci artificiali di ogni tipo, qualche studente guardando la vetrina può forse chiedersi che cosa avesse a fare il sole con la microscopia.

Passando tra le vetrine degli apparecchi ci troviamo oggi in stretto colloquio con i grandi, e i meno grandi, del passato, ritroviamo le radici di molti argomenti che ancor oggi trattiamo nelle lezioni e anche di molti luoghi comuni, oggi ampiamente superati dalla Scienza che tuttavia sopravvivono tenacemente, quali tradizioni vecchie di secoli.

Dobbiamo essere grati ai nostri predecessori, non solo per il progresso scientifico, ma anche per la sistematizzazione didattica di tanti argomenti: la vecchia didattica ed i vecchi apparecchi non vanno messi da parte con troppa leggerezza come residui del passato superati dalla scienza moderna, perché qualche riferimento alla storia può ancora avere grande utilità nella trasmissione delle idee. Sta a noi saper sfondare, eliminando molte cose che una volta si consideravano importanti ed oggi sono ovvie o rifiutate, ma anche saper conservare alcune affascinanti dimostrazioni sperimentali, che servono ad attrarre l'interesse e a favorire l'inquadramento degli argomenti, con qualche cenno storico che, nell'insieme dello sviluppo di un corso, dimostrerà, certamente la propria utilità.

Franco A. Levi

<sup>1</sup> La fondazione viene ricordata nell'articolo di F.A. Levi: "Il teatro di fisica sperimentale di Perugia nel XVIII secolo" l'università, Perugia, Nov. 1989, 22.

<sup>2</sup> Reperibile, presso l'Archivio Storico della Università di Perugia (P. II D.V.).

<sup>3</sup> Ricordiamo che il famoso primo articolo di Einstein del 1905, sulla rivista Annalen der Physik, era intitolato: "Sulla elettrodinamica dei corpi in movimento".