



LA LEGGE DEL CONDENSATORE

Apparecchio per lo studio dei conduttori coniugati e della dipendenza della capacità dalla distanza

Der spiegare il funzionamento dello strumento, Volta ricorre al concetto di capacità, che introduce operativamente nel seguente modo:

“La capacità C di un conduttore si misura dal numero di giri che occorre fare con una macchina elettrostatica [in contatto con il conduttore] per raggiungere una tensione stabilita, la quale a sua volta viene indicata mediante l'altezza a cui sale la pallina di sughero di un semplice elettroscopio, collegato alla macchina”.

Inoltre, definita la tensione T come *“la tendenza dell'elettricità a sfuggire da un corpo elettrizzato”*, introduce una relazione tra queste due grandezze e la quantità di carica Q:

$$Q = C \cdot T$$

la legge del condensatore, che esprime la carica sull'armatura come prodotto della capacità per la tensione

Trova sperimentalmente che la capacità è inversamente proporzionale alla distanza tra le due armature, purché non in contatto tra di loro.

Se nel condensatore presentato nell'esperimento iniziale, si elettrizza il disco inferiore, mentre quello superiore è messo a terra (sempre separato dal sottile strato isolante) l'apparato acquista una grande capacità e anche in presenza di



una piccola tensione il disco è in grado di ricevere una carica elevata (da qui il termine di condensatore); quando poi il disco superiore viene sollevato, la capacità diminuisce e la tensione, segnalata dall'elettroscopio, aumenta notevolmente.

L'invenzione del condensatore, il cui nome originale è dato da Volta, si deve attribuire a Volta stesso, non tanto perché non fossero in uso strumenti simili, (magari posti in piedi anziché adagiati), quanto per l'originalità della sua proposta e per averne egli stesso completamente spiegato la teoria.

In una lettera del 1784, infatti, De Luc,

riferendo a Volta su alcune sue ricerche storiche, afferma:

“... La grande aggiunta che avete dunque fatto a questa scoperta, sono “i cambiamenti che prova il Corpo elettrizzato stesso, a causa di quelli che esso produce nei Corpi vicini”. Ecco ciò su cui non ho trovato nulla in tutte le mie letture ... e mi sarà facile far vedere che voi avete dovuto trovare non per caso, ma a priori sia l'Elettroforo che il Condensatore”.



L' ELETTROMETRO

E che mai può farsi di buono, se le cose non si riducono a gradi e misure, in Fisica particolarmente?..."

Forte di questa convinzione, Volta modifica gli elettroscopi allora in uso, e realizza strumenti di misura lineari e universali della tensione: gli elettrometri a paglie, utilizzando due pagliuzze invece delle palline di sambuco e introducendo una scala graduata a zero centrale.

Per verificare poi l'andamento uniforme del proprio elettrometro, Volta moltiplica la tensione posseduta da una bottiglia di Leida comunicando ad essa ripetutamente uno stesso numero di scintille, ricavate dallo scudo di un elettroforo che "... quando si è stancato molto tormentandolo, o è rimasto lunga pezza in riposo, ei ne produce sol di mediocri o di deboli; le quali però durano sensibilmente uguali in forza per lungo tempo...".

Toccando ogni volta con l'uncino della bottiglia di Leida il cappellotto dell'elettrometro, verifica che con la stessa progressione aritmetica con cui cresce il numero delle scintille crescono anche i gradi segnati dalle pagliuzze sulla scala dell'elettrometro stesso.

Per rendere le misure indipendenti dall'elettrometro usato, Volta cerca due punti fissi della scala. Il primo è lo zero

di tensione ossia "la niuna ripulsione elettrica, la quiete del pendolino"; il secondo viene determinato invece servendosi della bilancia elettrometrica, interessante strumento da lui inventato.

In questo strumento viene sfruttata la forza di attrazione elettrostatica che si manifesta tra due piattelli, posti a una data distanza; il primo piattello è elettricamente carico mentre il secondo viene collegato a terra. Il piattello carico viene sospeso al braccio di una sensibile bilancia e si carica "l'altra coppa di 12 grani; e perché non trabocchi, la sorreggo opportunamente".

Si comincia a caricare elettricamente il primo piattello con una bottiglia di Leida, fino a che "... l'attrazione elettrica del piattello toccato dall'uncino di detta boccia non sia più da tanto da far traboccare la bilancia, ma appena la inclini un poco".



Bilancia elettrostatica di Volta

A questo punto pone in contatto il piattello carico con l'elettrometro da tarare, in modo che esso segni sulla scala una tensione di 35 gradi.

In questo modo, "... tutti i quadranti elettrometri non solo si corrispondano esattamente in questo grado fisso e fondamentale che è il 35^{mo}; ma andranno del pari d'accordo per tutti gli altri gradi inferiori, che già altrove ho mostrato essere comparabili fra di loro".

Elettrometri a pagliuzze di Volta





ALTRE RICERCHE E INVENZIONI

Importanti sono pure gli studi di Volta relativi all'elettricità atmosferica o naturale.

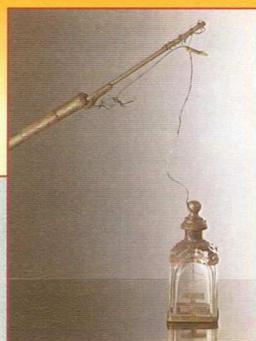
A questo proposito è necessario osservare che molte delle innovazioni introdotte da Volta nella misurazione delle grandezze elettriche, in particolare l'elettroscopio condensatore e gli elettrometri tarati in modo universale, sono nate proprio in questo contesto. In particolare ci piace ricordare l'utilizzo di una sorgente di calore per aumentare la sensibilità degli elettrometri. "M'avvenne sulla fine dell'inverno di fare la scoperta della prodigiosa influenza che ha un candelino acceso od una fiammella qualunque posta sulla cima del conduttore [che esplora l'elettricità atmosferica, in contatto elettrico con l'elettrometro]"

Prima di terminare questa rassegna dei contributi di Volta allo sviluppo delle ricerche fisiche anteriori alla sua grande invenzione, vogliamo ricordare una scoperta mancata e una legge dimenticata.

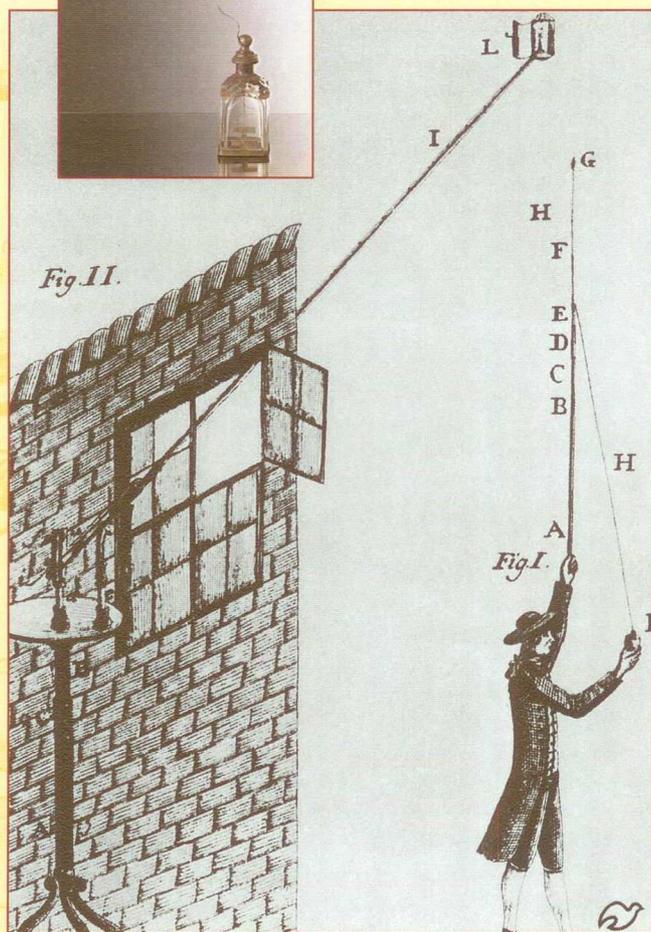
Nel 1777, durante le ricerche sulla combustione dei gas infiammabili, Volta osserva un fatto nuovo e sorprendente, del quale però non riesce a fornire una corretta interpretazione. Nella reazione di combustione dell'aria infiammabile (idrogeno) con l'aria deflogisticata (ossigeno), sul fondo del recipiente si forma una specie di *residuo rugiadoso*.

La difficoltà a riconoscere che l'acqua

era il risultato della combustione dell'idrogeno in presenza di ossigeno era tuttavia di natura teorica e non sperimentale; Volta era infatti ancora convinto che l'acqua fosse un elemento semplice. Rimane tuttavia il fatto che con le sue ricerche Volta richiamò l'attenzione della comunità dei chimici sulla combustibilità dell'idrogeno, fornendo uno schema sperimentale che divenne il modello per tutti i chimici impegnati nelle ricerche successive sulla sintesi dell'acqua.



Esperienze di Volta per lo studio dell'elettricità atmosferica





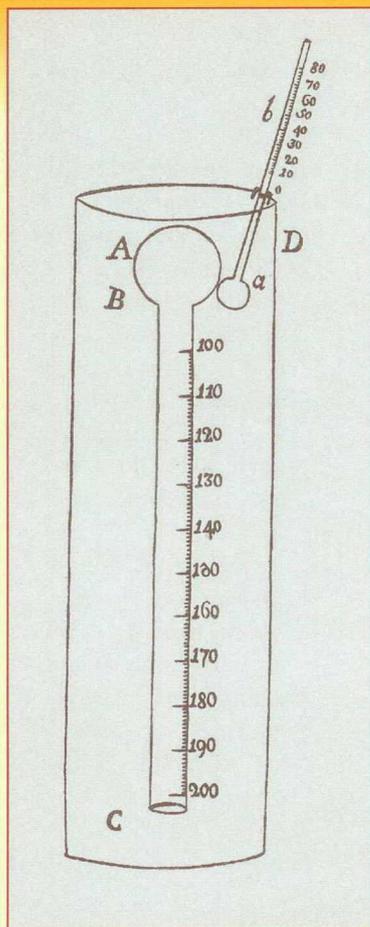
LA LEGGE DI VOLTA GAY-LUSSAC

Nel 1791, Volta intraprende lo studio della dilatazione isobara dell'aria *sorpreso non meno che mal soddisfatto della discrepanza nei risultati altrui*. Infatti le misure che erano state eseguite fino ad allora davano per il coefficiente di dilatazione isobara dell'aria per ogni grado di temperatura della scala valori compresi tra 1/85 (Priestley) e 1/235 (de Saussure).

Al termine delle sue ricerche egli è in grado di affermare:

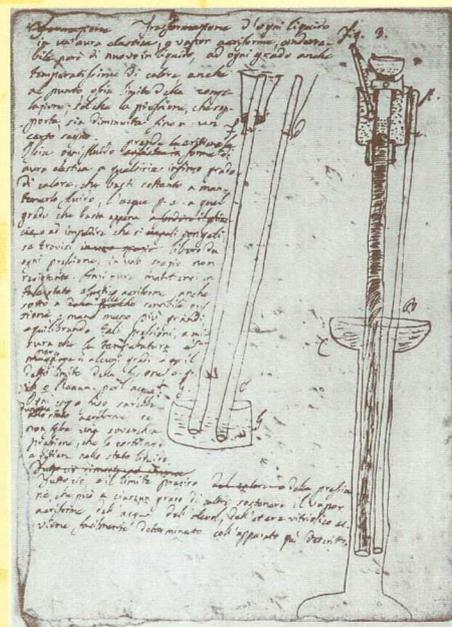
“È dunque uniforme ed equabile prossimamente la dilatazione dell'aria pel calore [temperatura], cioè proporzionale agli aumenti del medesimo per tutta l'estensione che v'è tra la temperatura del ghiaccio e quella dell'ebollizione dell'acqua: ed abbiamo fondamento di credere che lo sia ben anche per molti gradi sopra e sotto tali termini”.

È questa la legge che oggi viene attribuita a **Gay-Lussac**, che la determinò ben dieci anni più tardi. Purtroppo questa priorità non venne mai riconosciuta, e disatteso è ancora oggi l'invito, fatto proprio dagli scienziati, riuniti a Pavia nel 1927, in occasione del centenario della morte dello scienziato, di chiamare tale legge **“legge di Volta Gay-Lussac”**.



Apparato per lo studio della dilatazione isobara dell'aria

Autografo di Volta sullo studio dei vapori saturi a varie temperature (da Cart. Volt H. 40)





LA CONTROVERSIA GALVANI * VOLTA

IV sezione

LUIGI GALVANI

Luigi Galvani nasce a Bologna nel 1737. Dopo i primi studi di grammatica e retorica, attende allo studio della filosofia sotto la direzione del Canonico Cassini. Segue gli studi universitari di medicina sempre a Bologna e nel 1759 si laurea in medicina e chirurgia e subito dopo in filosofia.

Nel 1766 diventa professore di anatomia all'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna e nel 1768 Aggiunto alla cattedra di Anatomia pratica tenuta dal prof. Gusmano Galeazzi (suo suocero), a cui succede nel 1775. Nel 1782 passa dalla cattedra di Anatomia a quella di Ostetricia. Nell'aprile 1798 viene privato della Cattedra per non aver voluto giurare fedeltà alla Repubblica Cisalpina, poi

reintegrato come professore emerito. Muore il 4 dicembre 1798, a sessantuno anni.

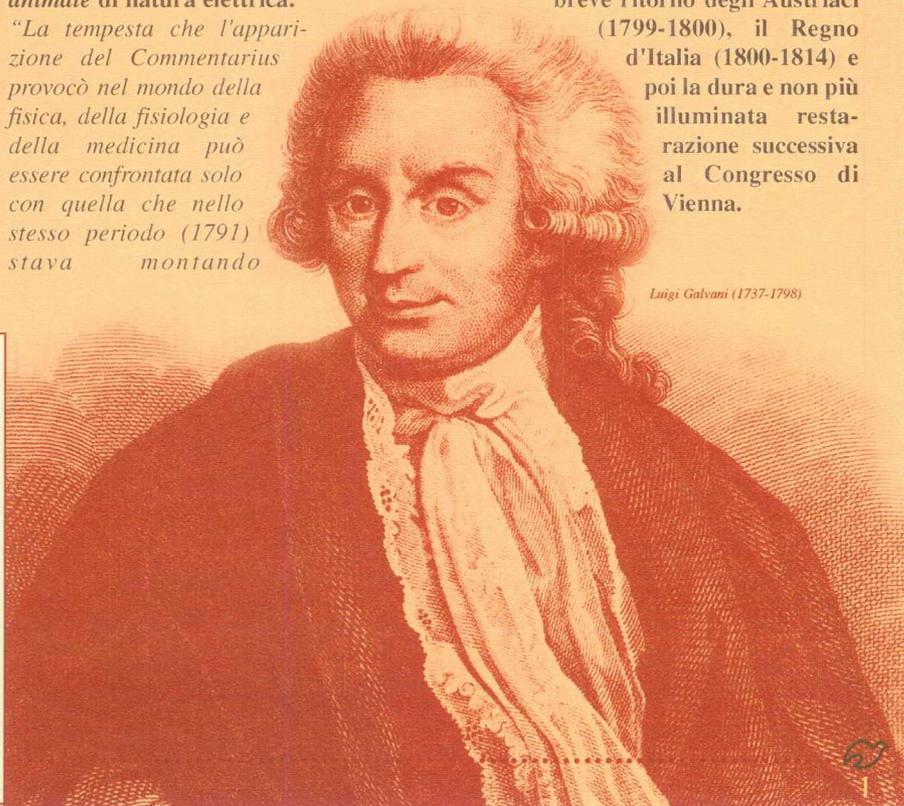
Gli studi di Galvani anteriori al 1791 (anno di pubblicazione del "Commentarius") si possono dividere in due gruppi: quelli di anatomia e quelli di fisiologia. Questi ultimi mostrano un costante interesse per i problemi di elettrofisiologia e una sua adesione alla teoria di un *fluido nervoso* o *spirito animale* di natura elettrica.

"La tempesta che l'apparizione del Commentarius provocò nel mondo della fisica, della fisiologia e della medicina può essere confrontata solo con quella che nello stesso periodo (1791) stava montando

sull'orizzonte politico dell'Europa". (Du Bois-Reymond, 1848).

La controversia tra Galvani e Volta si inserisce infatti in un periodo di intense e drammatiche trasformazioni sociali e politiche. In Lombardia, ad un periodo di riformismo illuminato dell'Impero Asburgico, segue, sulla scia della vittoriosa rivoluzione francese, l'arrivo delle truppe guidate da Napoleone, la Repubblica Cisalpina (1796-99), un breve ritorno degli Austriaci (1799-1800), il Regno d'Italia (1800-1814) e poi la dura e non più illuminata restaurazione successiva al Congresso di Vienna.

Luigi Galvani (1737-1798)



Frontespizio dei commentari dell'accademia delle scienze di Bologna in cui appare il lavoro di Galvani "De viribus electricitatis in motu musculari commentarius" 1791

DE BONONIENSIS
SCIENTIARUM
ET
ARTIUM
INSTITUTO ATQUE ACADEMIA
COMMENTARIUM
TOMUS SEPTIMUS.



BONONIÆ
Ex Typographia Institutum Scientiarum. MDCCXCVL
CUM APPROBATIONE.



LA CONTROVERSIA GALVANI * VOLTA

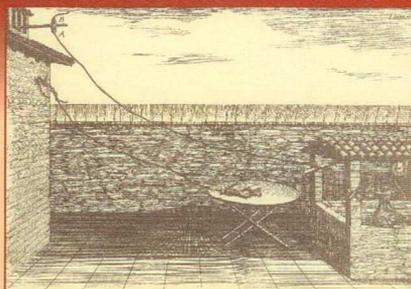
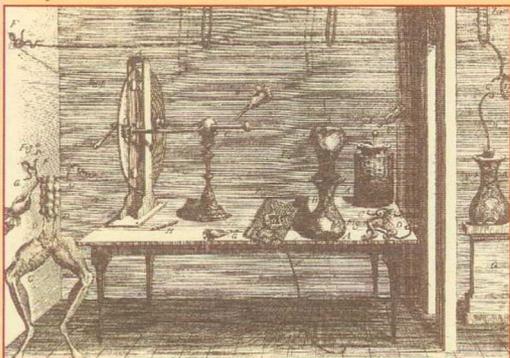
IV sezione

1781-86 I PRIMI ESPERIMENTI DI GALVANI

Come ci riferisce lo stesso Galvani: "Mentre stavo indagando le forze dell'elettricità sui nervi degli animali, mi occorre di osservare un fenomeno straordinario non conosciuto per lo innanzi..."

Sperimentando con rane preparate "alla solita maniera" (cioè scorticate e tagliate sotto gli arti superiori in modo da lasciare i soli arti inferiori, uniti tra loro e attaccati alla spina dorsale attraverso i nervi crurali) Galvani si accorge che se i nervi della rana sono toccati da un conduttore metallico (un bisturi) nello stesso istante in cui, a distanza, si provoca una scarica elettrica tramite una macchina elettrostatica, si verificano delle contrazioni. Galvani interpreta il fenomeno come dovuto a un'azione di stimolo esterno da parte di atmosfere elettriche materiali su un'elettricità animale interna, che si scarica nei muscoli.

Esperimento di Galvani sulle rane in presenza di una macchina elettrostatica (dal Commentarius)



Esperimento di Galvani sulle rane in presenza di elettricità atmosferica (dal Commentarius)

Proseguendo le sperimentazioni per sei anni, nel 1786 prova con successo che le contrazioni avvengono anche in presenza di scariche elettriche naturali (fulmini) se la rana è appoggiata su una lastra metallica.

Durante tali esperimenti, Galvani, avendo casualmente appeso delle rane sulla ringhiera metallica di un balcone, si accorge che le contrazioni avvengono anche senza scariche elettriche esterne, solamente per lo stabilirsi del collegamento metallico tra nervo e muscolo tramite la ringhiera e l'uncino metallico conficcato nella colonna vertebrale.

L'aspetto quasi fortuito di tali scoperte viene riconosciuto dallo stesso Galvani, che però precisa:

"Ho stimato di riferire le mie scoperte, seguendo quell'ordine e quel legame, con cui esse in parte mi furono offerte da casi fortunati, in parte vennero rivelate da diligente attività".

Esperimento di Galvani con una rana posta su una ringhiera metallica

