

# ELETTRICITÀ

## XVIII secolo: la carriera scientifica di VOLTA

### TRACCE di STORIA

Nel laboratorio dell'amico Gattoni, Alessandro Volta effettua diversi esperimenti sull'elettrizzazione della seta e costruisce una macchina elettrostatica il cui corpo ruotante è costituito da un tamburo di seta (EL9); successivamente studia le caratteristiche elettriche del legno fritto e, con tale materiale o con cartone, progetta altre macchine che producono cariche per strofinio.

Mentre attende alle funzioni di docente e reggente delle scuole di Como inventa un nuovo apparecchio in grado di fornire elettricità senza bisogno di continuo strofinio, l'elettroforo perpetuo (EL10); scopre nei canneti presso Angera l'aria infiammabile delle paludi, il metano, e pensa subito ad un suo utilizzo pratico. Una

prima applicazione porta alla costruzione della pistola elettrico-flogo pneumatica in legno, metallo o vetro (EL11) con la quale ipotizza la trasmissione di un segnale a distanza; successivamente realizza una lucerna ad aria infiammabile (EL12) e perfeziona l'eudiometro utilizzato per la misura e l'analisi dei gas (EL13).

Viene nominato professore di fisica sperimentale all'Università di Pavia e approfondisce gli studi di elettrometria. Apporta alcune variazioni agli elettroscopi in uso sostituendo le palline di sambuco con pagliuzze; modifica l'elettrometro (EL14) al quale aggiunge un dispositivo particolare per evidenziare cariche elettriche talmente deboli da non provocare divergenza delle pagliuzze, l'elettrometro condensatore (EL15).

Negli ultimi dieci anni del secolo legge i lavori di Galvani e inizia il percorso verso la sua più grande invenzione. GALVANI ritiene che le contrazioni muscolari delle zampe delle rane morte siano da imputarsi all'elettricità animale, VOLTA che il fenomeno dipenda da motivazioni inorganiche.

Nel 1799 si ritira a Como per sfuggire ai tumulti politici e verso la fine di dicembre realizza la pila (EL16, EL17). Il 20 marzo 1800 Alessandro Volta comunica l'invenzione di un "organo elettrico artificiale" a Sir Joseph Banks, presidente della Royal Society.

### BIOGRAFIA di un'IDEA: IL DIBATTITO GALVANI - VOLTA



GALVANI

Gli esperimenti sugli effetti dell'elettricità su animali morti conducono, casualmente, ad osservare avvenimenti sbalorditivi.

I nervi di una rana tagliata e sventrata, posta su un tavolo distante da una macchina elettrica, vengono toccati con la punta di un piccolo bisturi metallico. Contemporaneamente dal conduttore della macchina elettrostatica scocca una scintilla. La combinazione dei due avvenimenti provoca nei muscoli degli arti contrazioni simili a violente convulsioni.

Un secondo esperimento, effettuato su un terrazzo durante un temporale, consente di osservare che rane con il midollo spinale perforato da un uncino di rame a contatto con una lamina di ferro manifestano frequenti moti spontanei e diseguali.

Ulteriori esperienze mostrano che le contrazioni sono più intense quando l'arco che collega nervo e muscolo è composto da due metalli differenti e gli animali preparati di fresco.

Lo sbilanciamento del fluido elettrico tra le parti della rana deve essere riequilibrato. Lo stimolo che produce tale evento è la scintilla emessa dalla macchina elettrostatica, scaricata a terra tramite il bisturi e il corpo dello sperimentatore.

La critica addotta contro le conclusioni che identificano nell'elettricità animale la causa della contrazioni dei muscoli della rana è fondata sulla necessità di utilizzare conduttori bimetallici, considerati i veri agenti del movimento del fluido.

Tale affermazione è contraddetta da alcuni esperimenti.

È, infatti, possibile ottenere contrazioni dei muscoli della rana con un arco costituito da un solo conduttore. Preparata la rana, si immergono zampe e nervi in un bagno di mercurio che funge da arco metallico omogeneo e si ottengono manifesti moti degli arti.

Maggiormente significativo è l'esperimento che consente di ricavare contrazioni senza l'utilizzo di alcun tipo di conduttore. Si appoggia il pollice della mano sinistra sulle cosce di una rana e con la mano destra si ripiega ad arco una delle sue gambe sulla spina; ad ogni tocco la rana si contrae. Se si inumidiscono nervi e muscoli con saliva gli scatti si fanno più intensi ed evidenti.

L'elettricità osservata negli esperimenti è propria della rana, la causa dello sbilanciamento del fluido è determinata dalla macchina animale e, quindi, è naturale e interna. Tutto è attribuibile agli animali, nulla ai metalli.

VOLTA



Dopo aver ripetuto per numerose volte gli esperimenti sull'elettricità animale e analizzato gli aspetti quantitativi, occorre porsi domande sul ruolo dell'arco conduttore e, in particolare, sulla necessità di avere armature bimetalliche.

Queste sono agenti attivi nell'esito dell'esperimento poiché, rompendo l'equilibrio elettrico, consentono al fluido dell'animale di circolare entrando attraverso un metallo ed uscendo dall'altro.

Le convulsioni dei muscoli sono un effetto secondario prodotto dall'irritazione dei nervi. È possibile dimostrare ciò effettuando esperimenti che, provocando irritazione dei nervi ottici, comportano fenomeni di eccitazione alla sensazione di luce.

Occorre applicare al bulbo dell'occhio l'estremità di una sottile fogliolina di stagno e porre in bocca una moneta o un cucchiaino d'argento. Ogni volta che i due metalli entrano in contatto si ha la sensazione di un lampo passeggero, la cui intensità dipende dall'accuratezza nell'applicazione delle armature e dal grado di oscurità.

Per rilevare effetti elettrici occorre il contatto tra due conduttori metallici, che posseggono diversa tendenza a cedere o acquisire fluido elettrico, e una sostanza umida (rana, occhio).

Le esperienze condotte per avvalorare la tesi della non necessità di archi bimetallici, se ripetute ed esaminate con attenzione, consentono di avvalorare la necessità della presenza di due conduttori. In tutte le prove si utilizzano due conduttori umidi diversi, i nervi e i muscoli, e un conduttore liquido, la saliva. L'errore precedente era la mancata asserzione della possibilità di eseguire l'esperimento utilizzando esclusivamente conduttori di seconda classe, i liquidi. Anche l'esistenza di contrazioni con l'utilizzo di un unico metallo è legata alla presenza di un conduttore di seconda classe. Ad esempio, se una tazza di stagno riempita di lisciva viene afferrata con mani bagnate d'acqua e portata alla bocca, la lingua intinta nel liquore prova una sensazione acida invece che alcalina.

È, quindi, necessaria la sola diversità dei conduttori, indipendentemente dal fatto che siano metallici o umidi, affinché si chiuda il circolo e venga incitata una corrente di fluido elettrico.

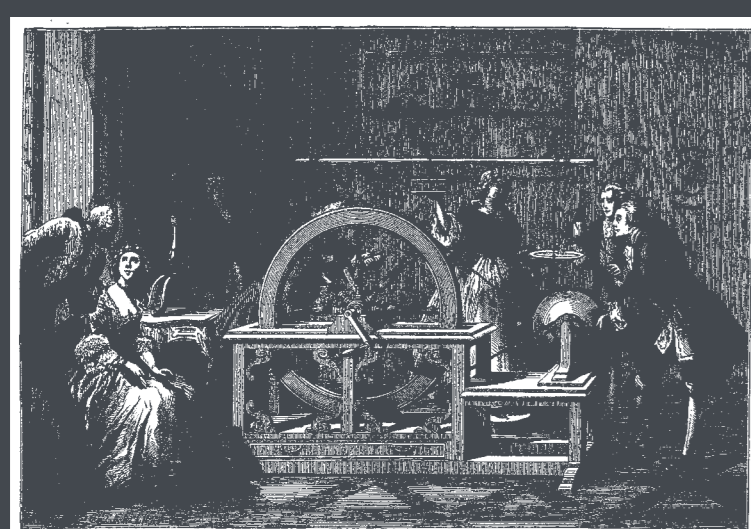
L'elettricità osservata negli esperimenti è non propria dell'animale, la causa dello sbilanciamento del fluido è determinata dalla differenza tra i conduttori e, quindi, è accidentale ed estrinseca. Tutto è attribuibile ai metalli, nulla agli animali.

# ELETTRICITÀ

## OGGETTI e STRUMENTI

EL9

### MACCHINA ELETTROSTATICA A TAMBURO



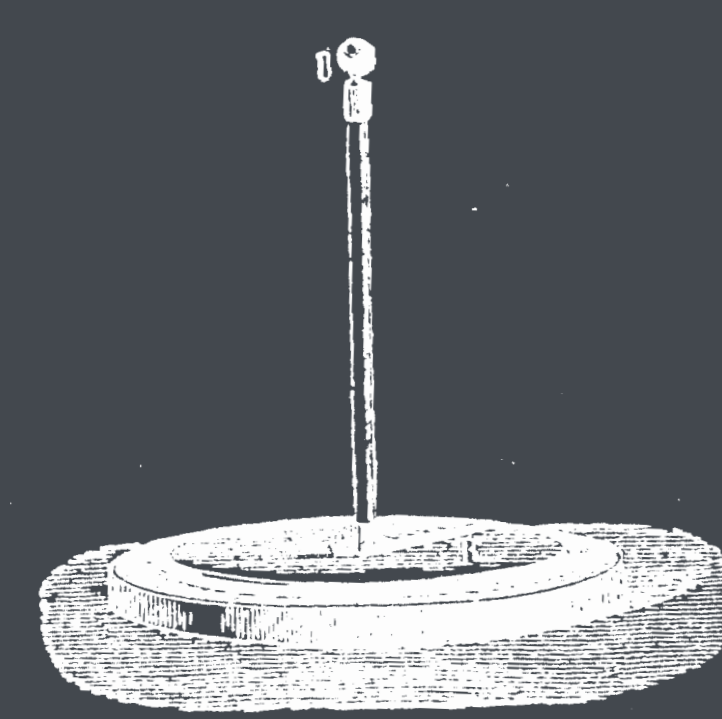
È una macchina elettrostatica tipica di Como, essendo costruita in modo artigianale con il rullo di seta.

La base è in legno e su di essa sono fissate due colonne su cui può ruotare un rullo in legno ricoperto di seta; una ma-

novella in legno è collegata al rullo mediante una cinghia. Quando si fa ruotare la manovella e si appoggia sulla seta una mano ben asciutta, questa viene elettrizzata per strofinio.

EL10

### ELETTROFORO



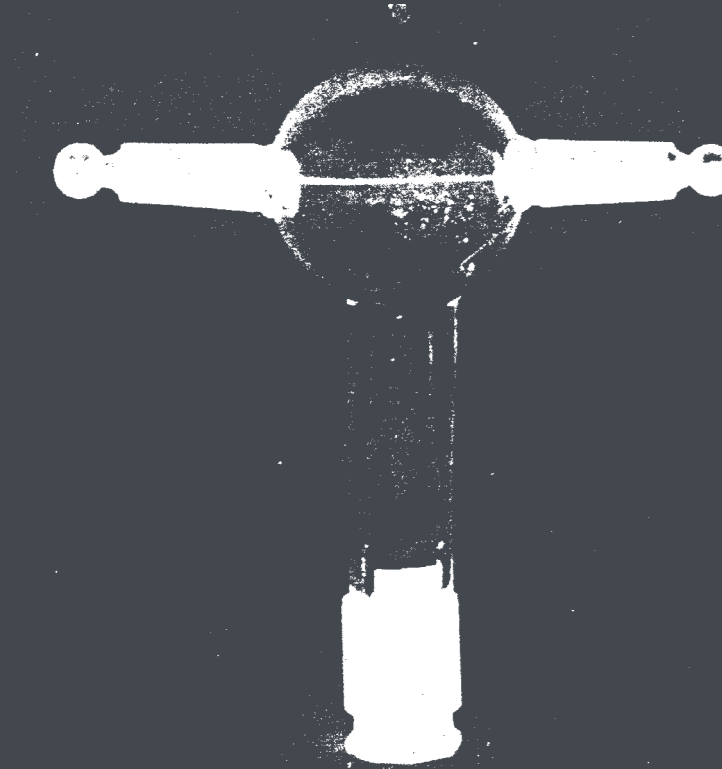
È formato da un disco di resina, sul quale si appoggia un piatto conduttore, detto scudo, sostenuto da un manico isolante. Si elettrizza negativamente il disco, strofinandolo con una pelle di gatto, quindi vi si appoggia il piatto. Questo si elettrizza per induzione; toccando poi il piatto conduttore con un dito, l'elettricità negativa si scarica a terra e lo scudo rimane carico positivamente. Sollevando lo scudo

per mezzo del suo manico, l'elettricità si distribuisce sulla sua superficie e si può ricavare una scintilla.

Poiché la resina conserva per molto tempo il suo stato elettrico, specialmente se l'aria è secca, appoggiando di nuovo lo scudo sulla resina e ripetendo i procedimenti sopraddetti, si potranno ottenere molte scintille e caricare altri conduttori.

EL11

### PISTOLA



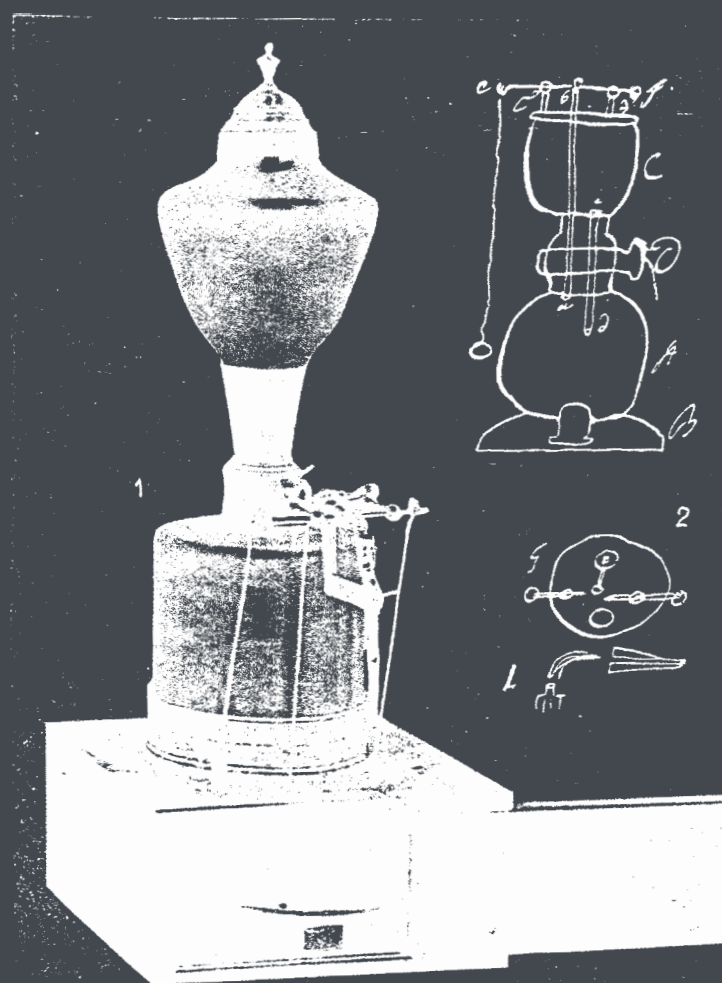
È costituita da un contenitore in vetro con due punte che penetrano all'interno sotto forma di elettrodi. Viene dapprima riempita con dei semi di miglio in quantità equivalente al volume della miscela di gas necessaria per l'esplosione; poi si riempie la pistola con gas infiammabile metallico (idrogeno) oppure con gas delle paludi (metano), si capovolge la pistola, il miglio cade e il gas sale mescolandosi all'aria; a questo punto la pistola viene chiusa con un tappo. Uno degli elettrodi viene messo a terra e l'altro viene toccato con lo scudo di un elettroforo; in tal

modo scocca una scintilla che infiamma il gas e provoca l'espulsione del tappo.

La pistola fu usata da Volta come oggetto di curiosità per gli spettatori che assistevano a dimostrazioni nelle quali sparava utilizzando semplicemente un dito; per stupire non mostrava che in precedenza si era elettrizzato ed isolato da terra. Il gioco, tuttavia, faceva nascere intenti scientifici come la proposta di far sparare una pistola a Milano utilizzando una bottiglia di Leida a Como, dopo aver collegato i due oggetti con un filo conduttore posto su pali di legno.

EL12

### LUCERNA AD ARIA INFIAMMABILE

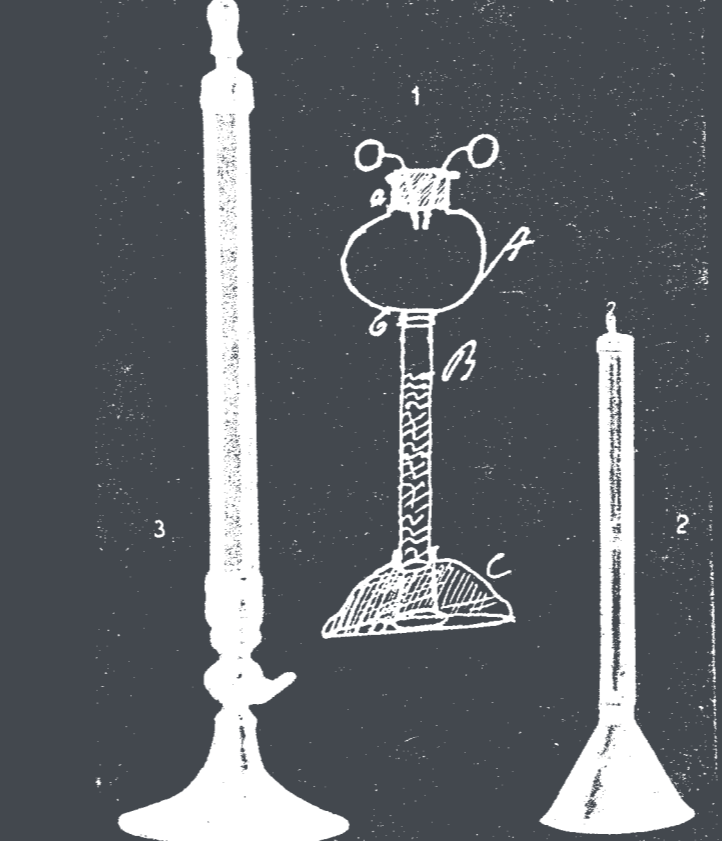


È costituita da due bocce di vetro collegate fra loro da un piccolo tubo, poste sopra a un mobiletto contenente un elettroforo. Nella boccia superiore è contenuto dell'acido che viene fatto gocciolare nell'ampolla inferiore dove si trova della limatura di ferro. Dalla reazione si sviluppa idrogeno che, passando attraverso un cannello che collega i due contenitori, esce e viene acceso mediante l'elettroforo.

La lucerna appare come un ulteriore sviluppo della chimica dei gas che, partendo dalle pistole utilizzate da Volta come primo strumento di analisi ma anche come applicazione curiosa e dilettevole, si evolve prima con l'eudiometro che viene utilizzato come strumento di analisi vero e proprio ed infine con la lucerna che nasce come applicazione tecnologica e utile delle esperienze passate. La lucerna ebbe grandissimo successo in Germania.

EL13

### EUDIOMETRO



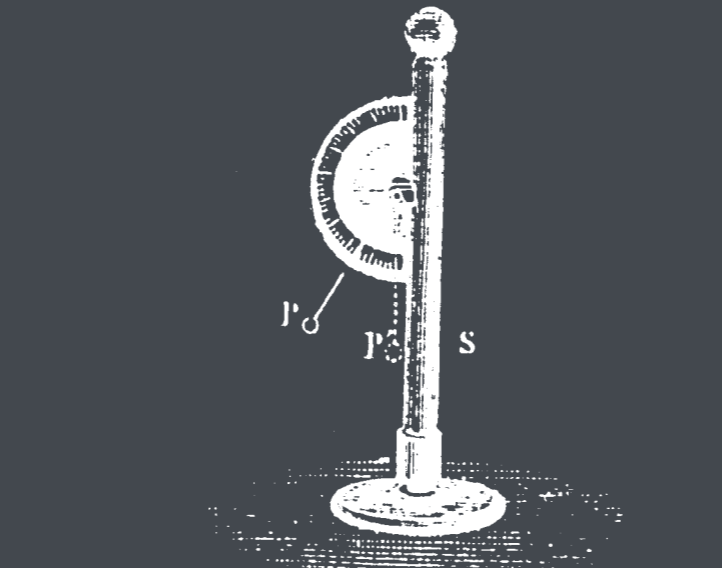
Strumento per la misura e l'analisi di un gas mediante i suoi componenti; è formato da un recipiente di vetro munito di un rubinetto attraverso il quale viene introdotto il gas da studiare e da un tubo graduato. Riempita l'ampolla con una miscela di aria e idrogeno in parti uguali, se ne provoca l'esplosione facendo scoccare una scintilla; si ottiene vapore

acqueo e diminuzione di volume del gas contenuto; si può così studiare la natura dei prodotti dell'esplosione.

Negli esperimenti Volta utilizzava sia idrogeno che aria infiammabile delle paludi, cioè metano, del quale aveva determinato la presenza nelle paludi presso Angera sul lago Maggiore.

EL14

### ELETTROMETRO DI HENLEY

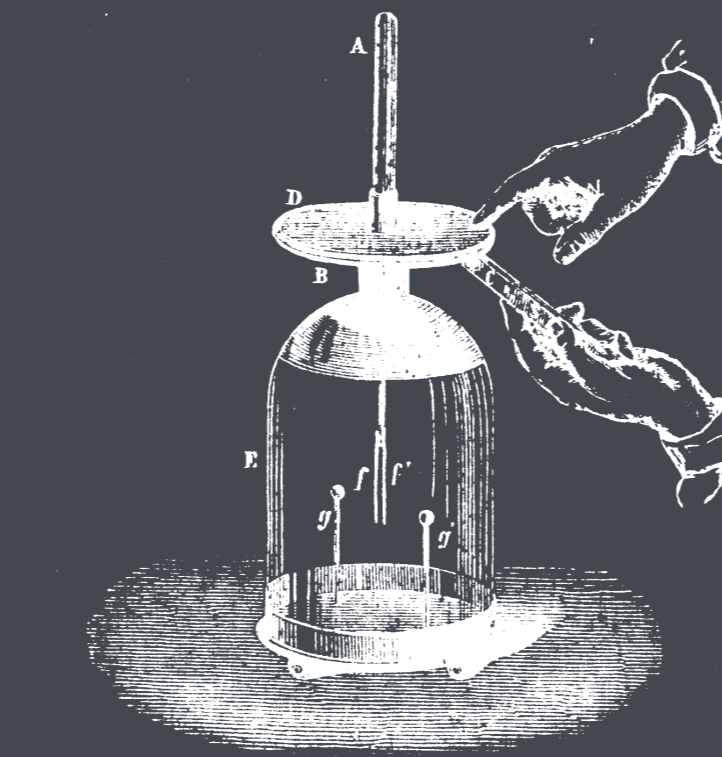


È costituito da una colonnina in legno, recante un quadrante graduato da 0° a 180°; lungo la colonnina si muove un pendolino, che, toccato con bacchetta

carica, per repulsione, si sposta di un angolo che dipende dall'intensità della carica ed è rilevabile sul quadrante.

EL15

### ELETTROMETRO CONDENSATORE



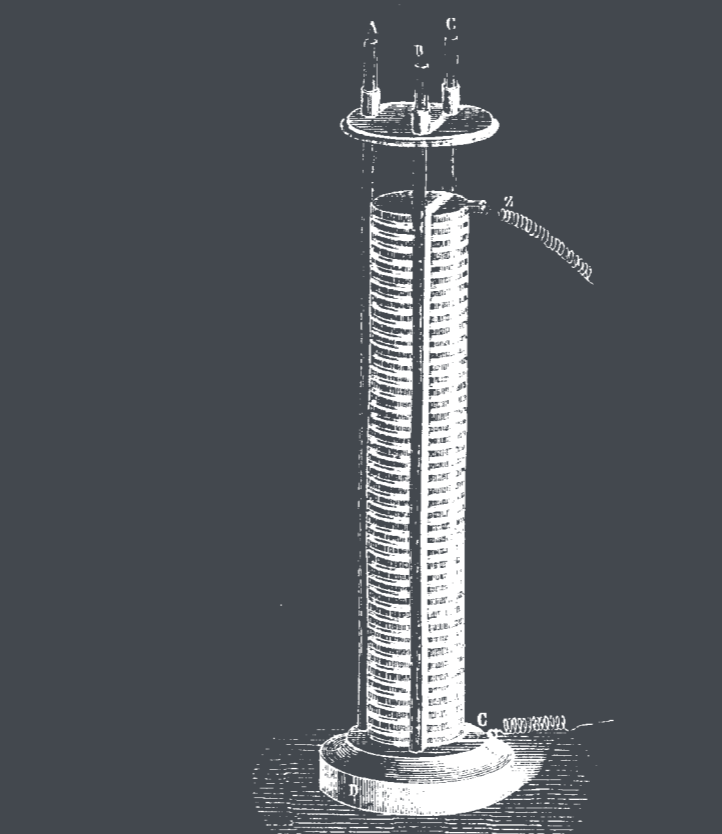
L'elettrometro condensatore fu ideato da Volta per misurare piccole differenze di potenziale e, in particolare, la differenza di potenziale che si stabilisce al contatto tra due conduttori di natura diversa, che si trovano alla stessa temperatura.

È formato da un elettroscopio a foglie, al cui pomello è sostituito un piatto metallico, coperto nella parte superiore con una vernice isolante. Un secondo piatto, munito di manico isolante e coperto sulla sua faccia inferiore di vernice, è appoggiato al primo, formando così un condensatore ad elevata capacità. Lo strumento

è dotato di una scala a zero centrale, per misurare la divergenza delle foglioline. Se, dopo aver posto il piatto inferiore a contatto con una debole sorgente di elettricità, si tocca con un dito il piatto superiore, la divergenza delle foglie è praticamente inesistente. Togliendo il contatto tra il disco inferiore e la sorgente e tra il disco superiore e la messa a terra, sollevando il disco superiore la capacità del sistema, che è inversamente proporzionale alla distanza, diminuisce mentre il potenziale aumenta e le foglie si aprono.

EL16

### PILA

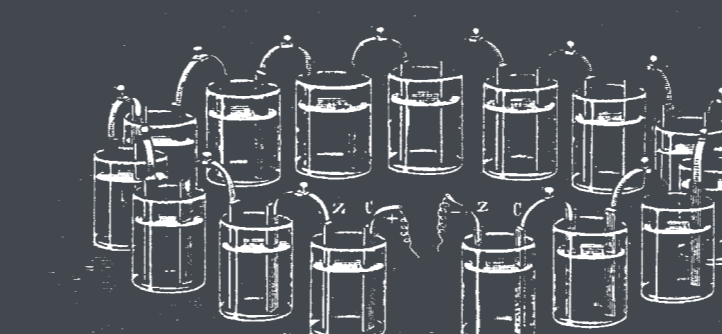


La pila a colonna è la realizzazione iniziale dell'idea di Volta. È formata da una base in legno da cui partono tre aste di vetro disposte ai vertici di un triangolo equilatero, la cui funzione è quella di tenere in piedi la pila e da una serie di doppi dischi di rame e di zinco, saldati tra loro e separati da rotelle di panno imbevute di acqua acidulata. In questo modo la forza elettromo-

trice di una coppia rame-zinco si somma a quella delle coppie successive in modo che la differenza di potenziale totale sia la somma delle differenze di potenziale di ogni coppia. Questo tipo di pila ha l'inconveniente che l'acqua acidulata, gocciolando per la pressione dei dischi lungo la pila stessa, stabilisce dei contatti interni, per cui una parte della pila diventa inattiva.

EL17

### PILA A CORONA DI TAZZE



La pila a corona di tazze è un perfezionamento della pila a colonna. È composta da venti tazze disposte a rettangolo. I vasi, che contengono acqua acidulata, comunicano l'uno con l'altro per mezzo di archi metallici, formati da una lamina di zinco saldata a una di rame. Il contatto

è uguale per ciascun vaso, cioè a partire da una delle estremità della catena, l'arco è immerso col rame nell'elemento che lo precede, e con lo zinco nell'elemento che lo segue. I vasi alle estremità ricevono l'uno una lamina di zinco e l'altro una di rame munite di un filo conduttore.