

# Divertimenti elettrici

**Antonio Gandolfi**

**AIF - Parma**

**Torino, 9 maggio 2018**



Un ringraziamento per foto e video a:

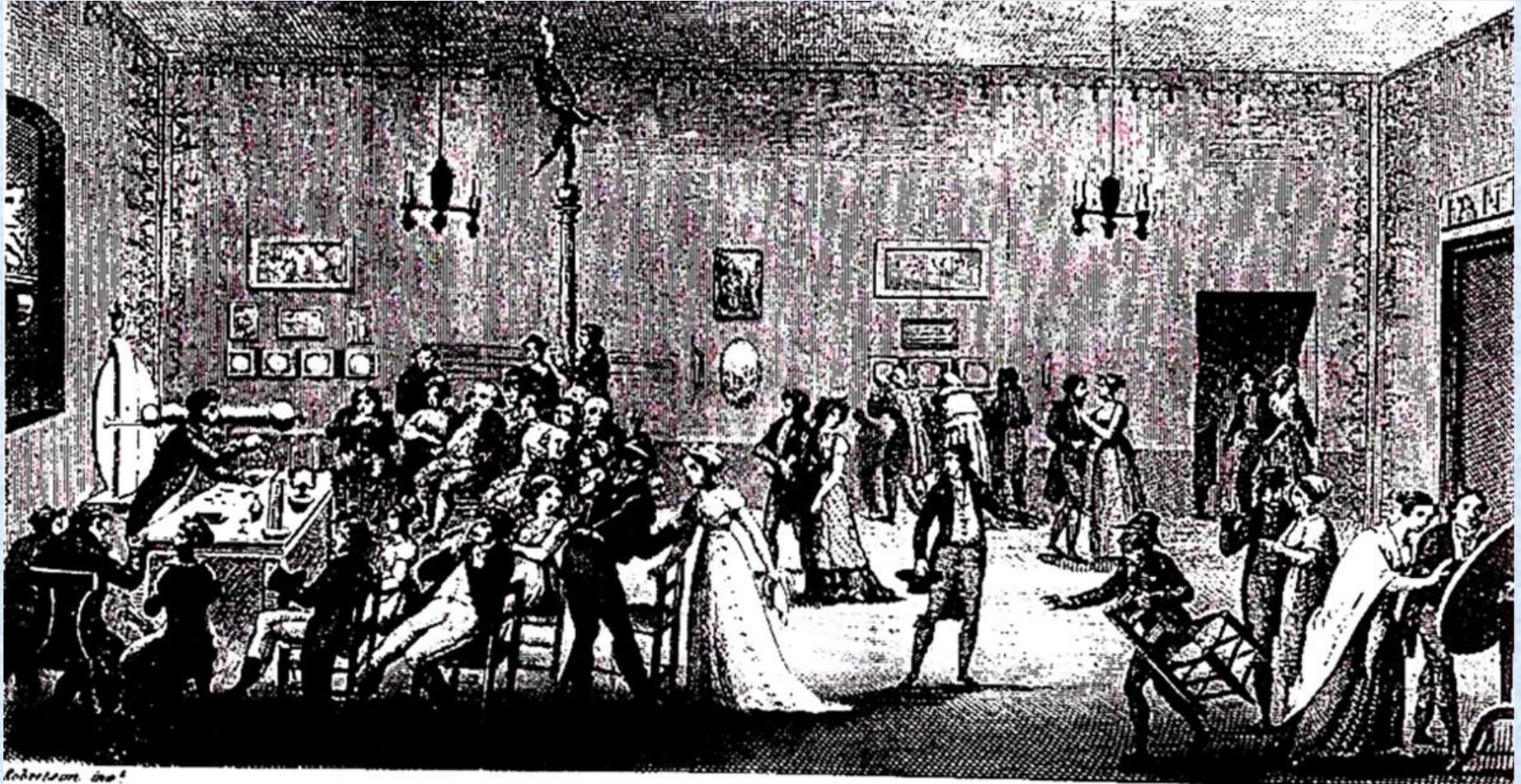
- **Jürgen Teichmann, Deutsches Museum, Monaco**
- **Giorgio Häusermann, Giardino della Scienza, Ascona**
- **Christine Blondel e Bertrand Wolff, CNRS, Parigi**
- **Paolo Brenni, MuseoFirST, Firenze**

Lecture di **Umberto Fabi**

Musiche di **Haendel, Telemann, Mozart**

In memoria di **Antonio Comi** e **Umberto Fabi**

*... un pocolin di Fisica non manchi ...*



## tavola cronologica

### Fenomeni elettrostatici

4 sec AC	Teofrasto, Platone	primi scritti sulla forza attrattiva dell'ambra su particelle leggere di materia
1600	Gilbert	altri materiali elettrizzabili oltre all'ambra
ca.1663	Otto von Guericke	Sfera di zolfo - repulsione, conduzione, induzione
ca.1705	Hauksbee	Macchina elettrostatica per attrito
dal 1729	Gray	conduttori-non conduttori
1732	Du Fay	modello a due fluidi
1745/46	Musschenbroek	Bottiglia di Leida - condensatore
dal 1747	Franklin	modello ad un solo fluido - parafulmine
dal 1745	vari	elettroscopi
1771	Cavendish	forza tra cariche elettriche
1782	Volta	elettrometro - $Q=CV$
1785	Coulomb	$F \propto 1/r^2$

### Corrente elettrica

1799	Volta	Pila - strumento elettromotore prima sorgente di corrente
1820	Oersted - Ampère	scoperta elettromagnetismo
1821	Seebeck	termoelettricità
1822	Ampère	osservazione dell'induzione
1826	<b>Ohm</b>	relazione tra tensione, resistenza e corrente
1831	Faraday	induzione elettromagnetica
1836	Daniel	prima pila a fem costante
1842	Joule	equivalente termico
1846-57	Weber	teoria dell'elettrodinamica - particelle elettriche
1847	Helmholtz	conservazione dell'energia
1847	Kirchhoff	principi circuiti, potenziale elettrica

### Onde, particelle, teoria generale

1856-64	Maxwell	equazioni elettromagnetismo
1879	Crookes	raggi catodici
1888	Hertz	onde elettromagnetiche
1897	Thomson	$e/m$
1909	Millikan	determinazione di $e$

1760	SALE AL TRONO D'INGHILTERRA-GIORGIO III		
1762	CATERINA II SUL TRONO DI RUSSIA	ROUSSEAU: EMILIO, IL CONTRATTO SOCIALE	
1767	LUIGI XV SCIoglie L'ORDINE DEI GESUITI	VOLTAIRE: DIZIONARIO FILOSOFICO BECCARIA: DEI DELITTI E DELLE PENE WINKELMANN: STORIA DELL'ARTE ANTICA	WATT: MACCHINA A VAPORE
1774	SALE AL TRONO LUIGI XVI		PRIESTLEY: OSSIGENO
1776	DICHIARAZIONE D'INDIPENDENZA AMERICANA	SMITH: LA RICCHEZZA DELLE NAZIONI	TORNIO FILETTATORE
1781		KANT: CRITICA DELLA RAGION PURA	LAVOISIER E LAPLACE: MEMORIA SUL CALORE HERSCHEL: SCOPERTA DI URANO
1783	PACE DI VERSAILLES	ALFIERI: DEL PRINCIPE E DELLE LETTERE	AEROSTATO DI MONGOLFIER
1785		KANT: COS'E' L'ILLUMINISMO	TELAIO A VAPORE LA LEGGE DI COULOMB
1789	INIZIA LA RIVOLUZIONE FRANCESE: DICHIARAZIONE DEI DIRITTI...	MOZART: DON GIOVANNI (1787)	LAVOISIER: TRATTATO DI CHIMICA
1791		KANT: CRITICA DEL GIUDIZIO	SISTEMA METRICO DECIMALE GALVANI: DE VIRIBUS..
1793	ROBESPIERRE	CANOVA: AMORE E PSICHE	
1796	CAMPAGNA D'ITALIA DI NAPOLEONE	FICHTE: FONDAMENTI DELLA DOTTRINA DELLA SCIENZA	TELESCOPIO GIGANTE
1797	REPUBBLICA CISPINA	SHELLING: IDEE PER UNA FILOSOFIA DELLA NATURA	LAPLACE: IL SISTEMA DEL MONDO
1798		FOSCOLO: ULTIME LETTERE DI JACOPO ORTIS COLERIDGE: LYRICAL BALLADS	CAVENDISH: LA COSTANTE DI GRAVITAZIONE
1800		NOVALIS: INNI ALLA NOTTE	VOLTA: PILA ELETTRICA HERSCHEL: L'INFRAROSSO

I FENOMENI  
ELETTRICI  
CON I COROLLARJ  
DA LOR DEDOTTI,

E con i fonti di ciò che rende malagevole  
la ricerca del principio elettrico.

*All' Altezza Reale*

DELL' INFANTE

DON

FILIPPO

BORBONE

D U C A

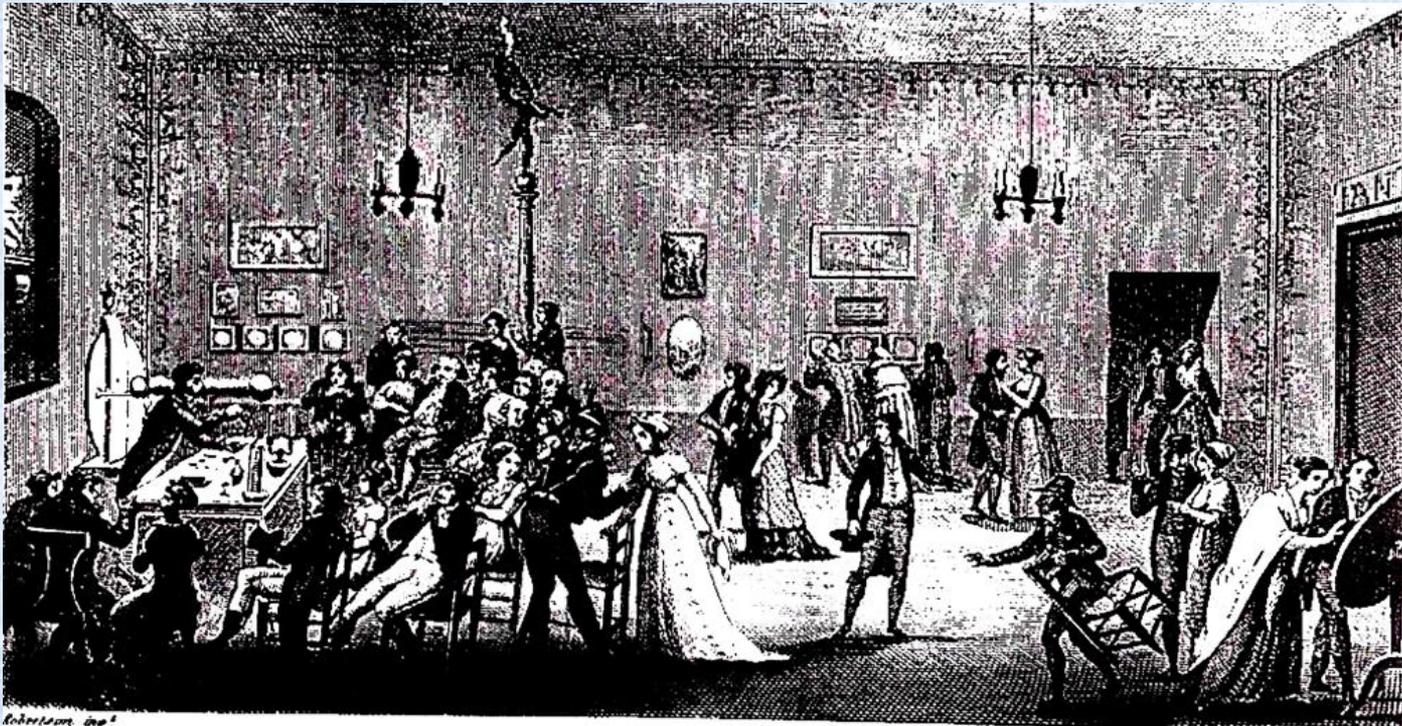
DI PARMA, PIACENZA, GUASTALLA ec.



IN PARMA, MDCCLXIX.

Nella Stamperia di Giuseppe Rosati,  
*Col jernajo del Superiori,*

**Non ha la Fisica in oggi fenomeni più ammirabili degli elettrici.** Lo spirito elettrico si veste di vaga luce, risveglia scintille e fiamme, vibra minute folgori, le propaga a immense distanze, innesta l'ali a stupidi corpi, li rende agili, e snelli, ed or **sollazzevole rallegra l'austerità filosofica,** ed or **terribile investe le fibre, i nervi, i tendini ....**



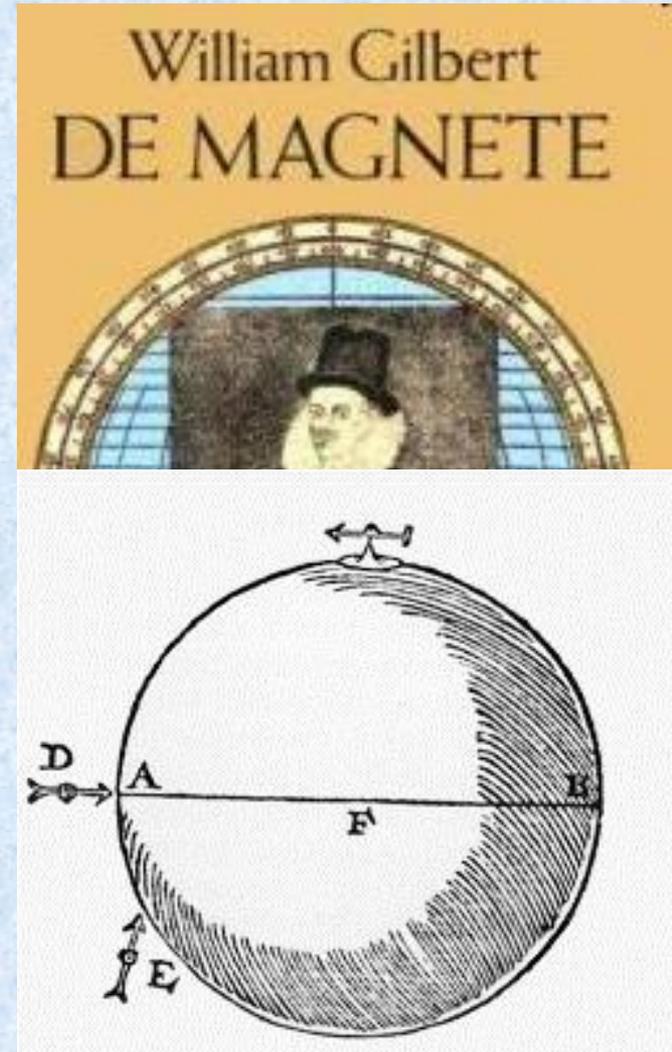
# Tutto iniziò con ...

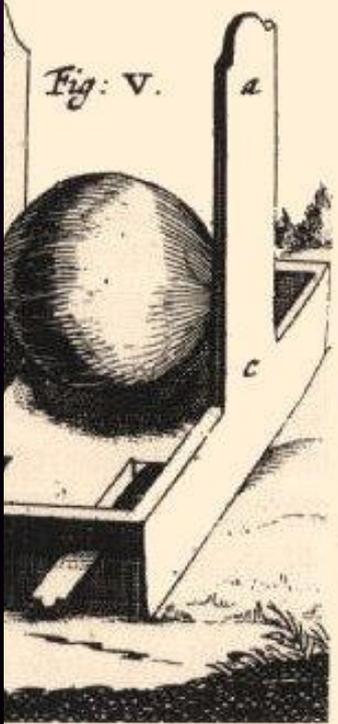
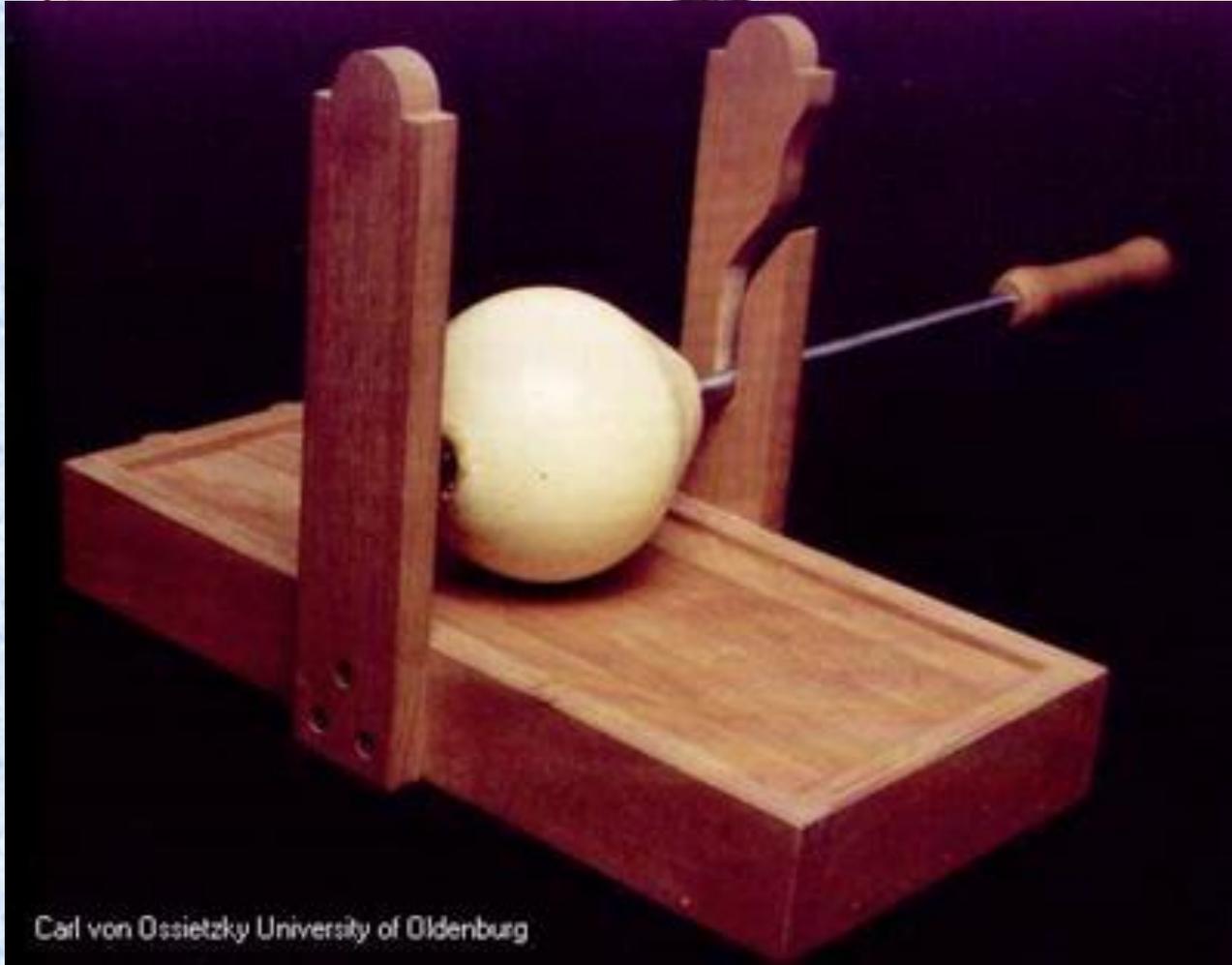
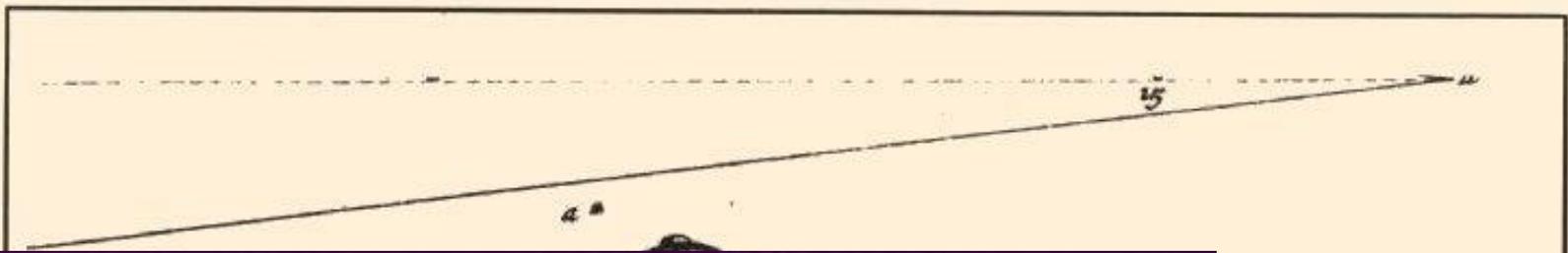


Sono passati 2000 anni dalla scoperta delle  
proprietà dell'ambra ...

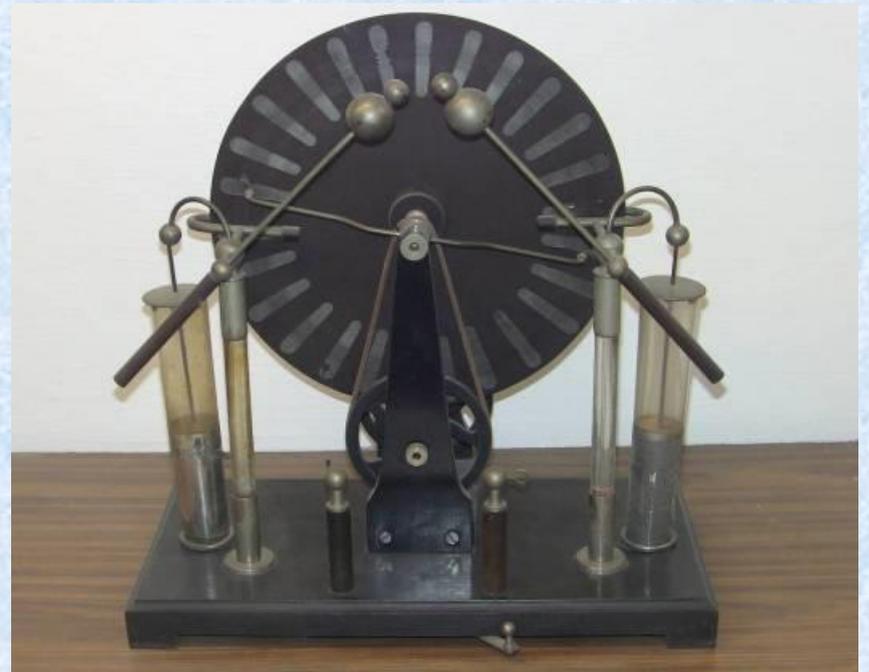
# Ambra e Magnetite

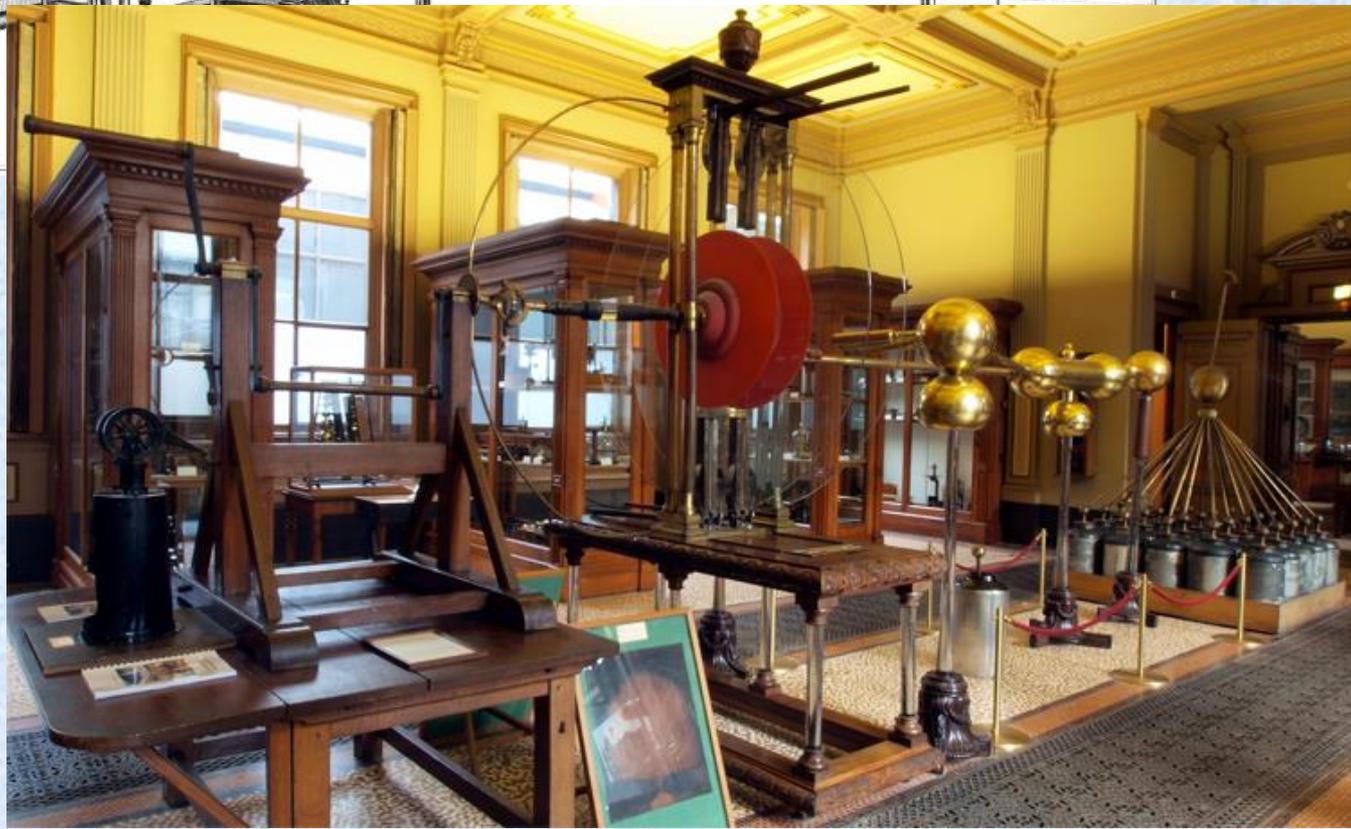
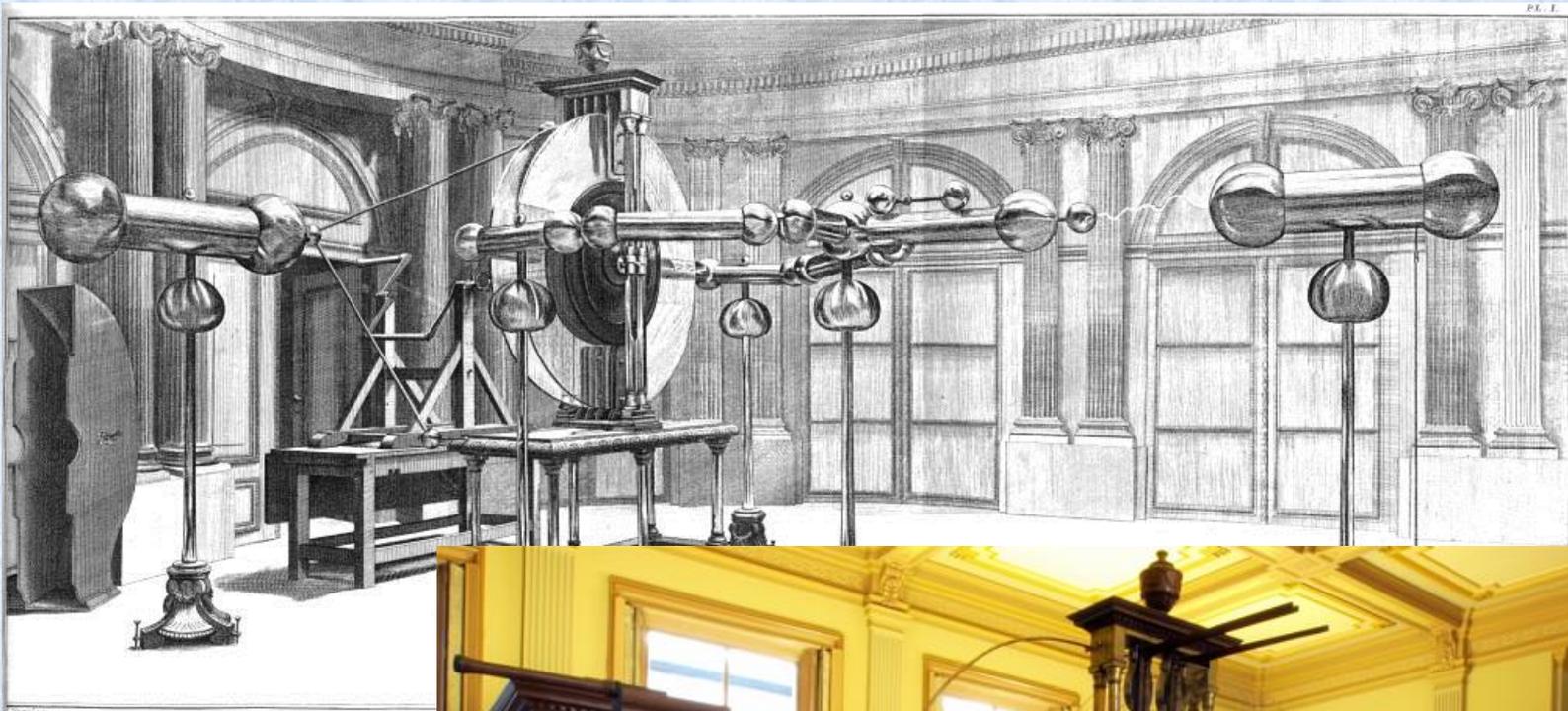




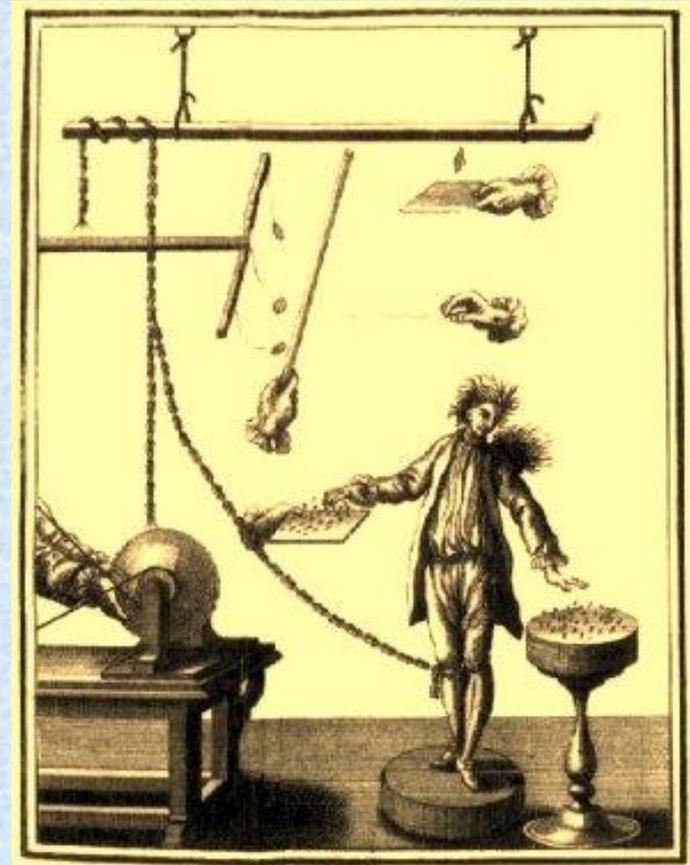
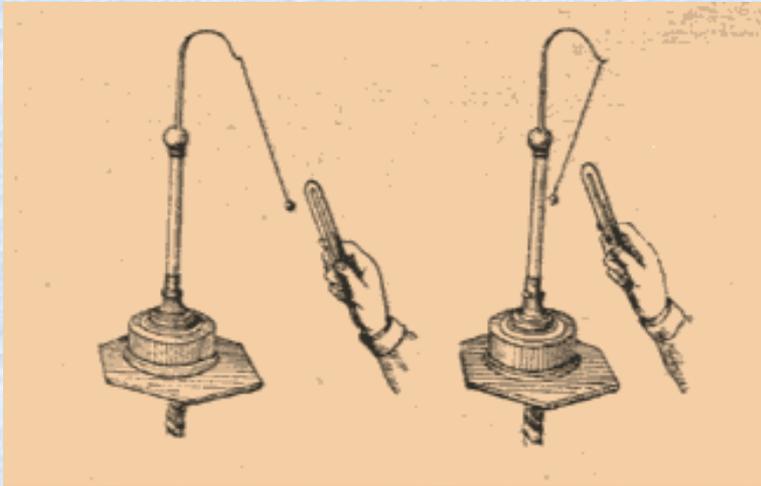




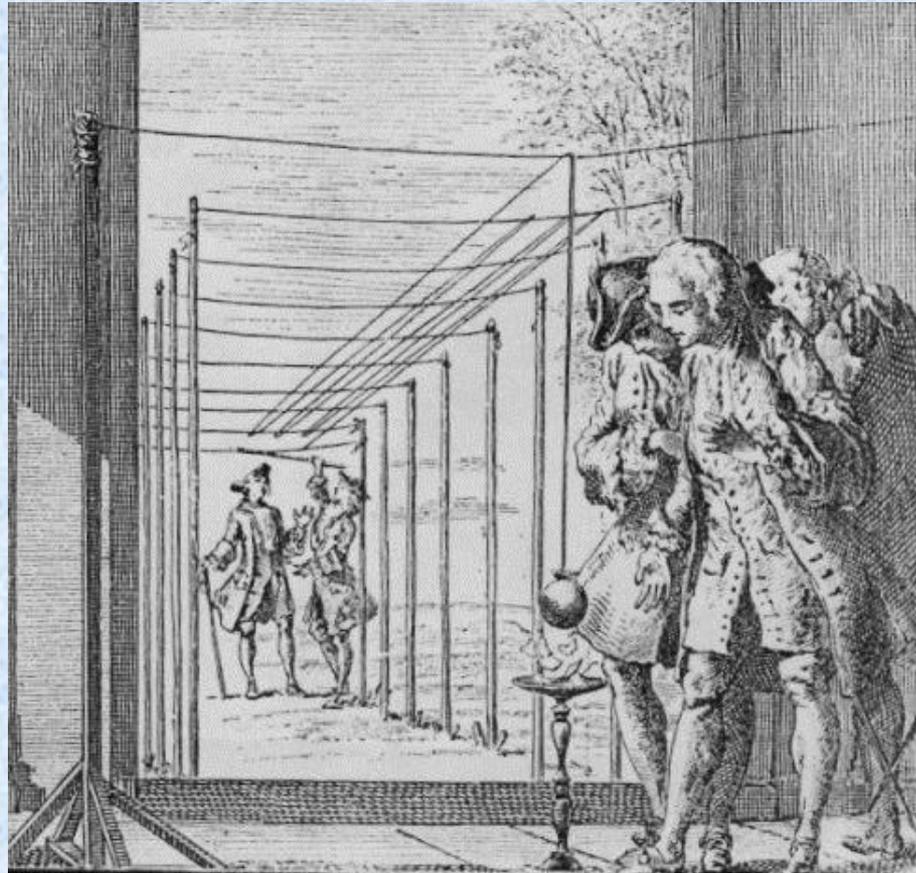




I corpi minuti, e leggieri, quali sono le foglie di metallo, l'arena, la polve, ed altri innumerabili distanti incirca un piede di Parigi da un corpo elettrizzato vengono a esso attratti, e sospinti; e tosto che sono ad esso pervenuti, e quasi congiunti, sono dal medesimo rigettati, e respinti. Questa vicenda d'attrazione, e respingimento si replica parecchie volte, fin che avvenga qualche accidente, **che s'è bel giuoco interrompa.**



# Stephen Gray (1666-1736): Conduttori e isolanti



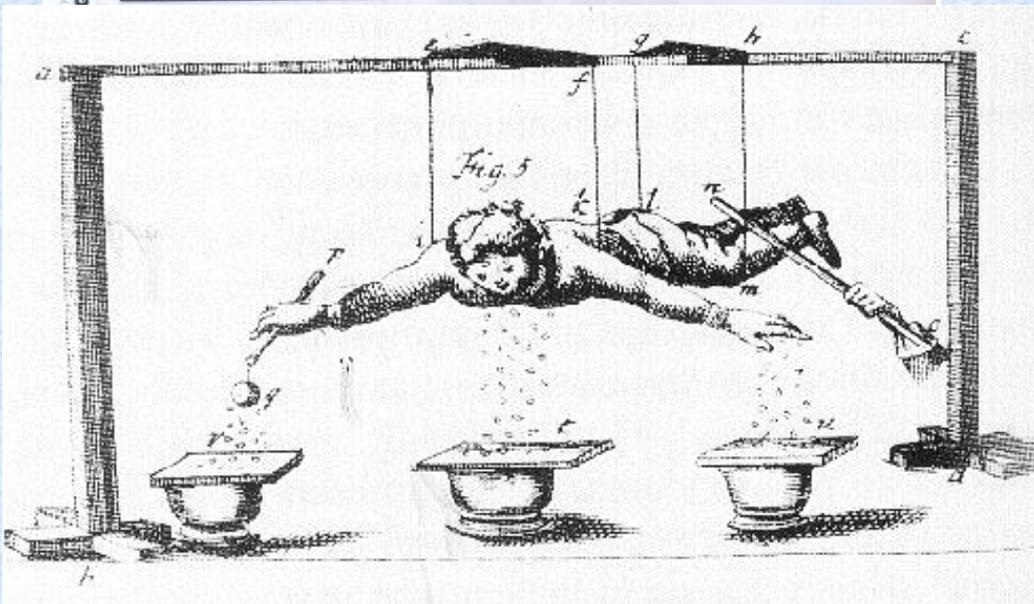
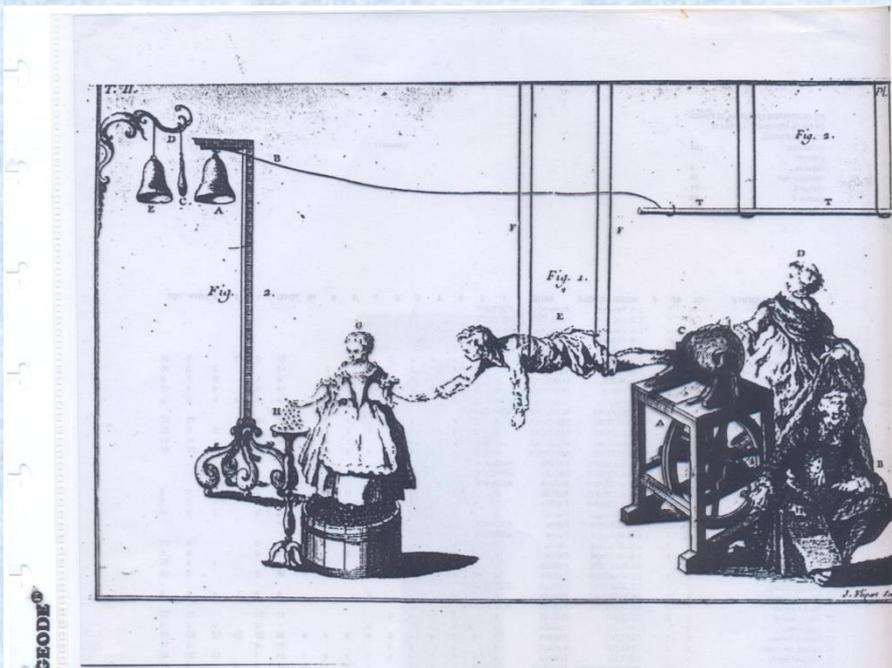
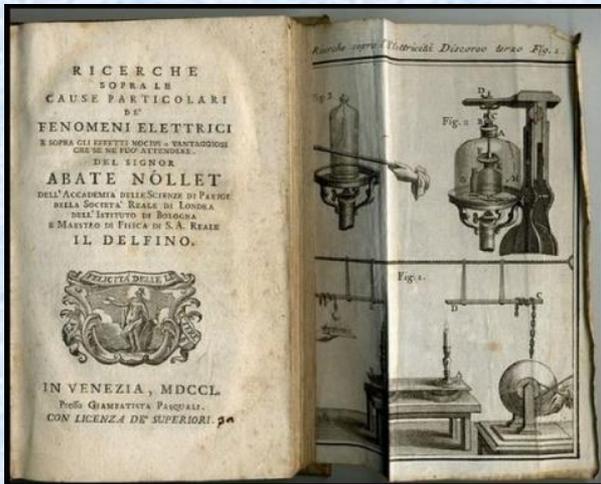
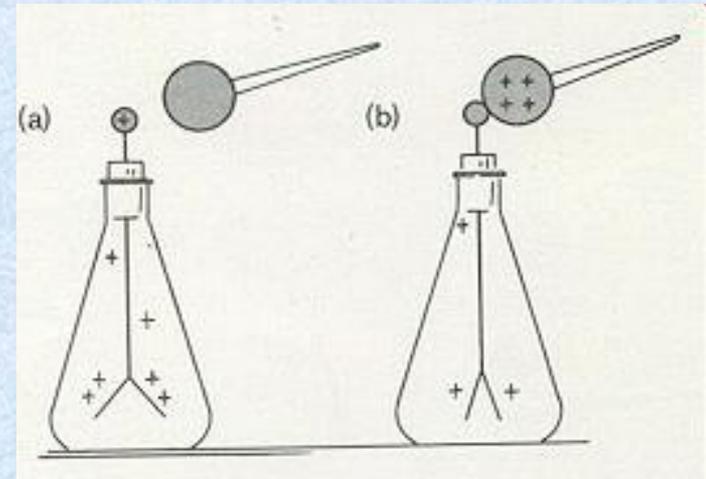


Abb. 1. Elektrisierung eines Kindes



**J. Antoine Nollet  
(1700-1770)**

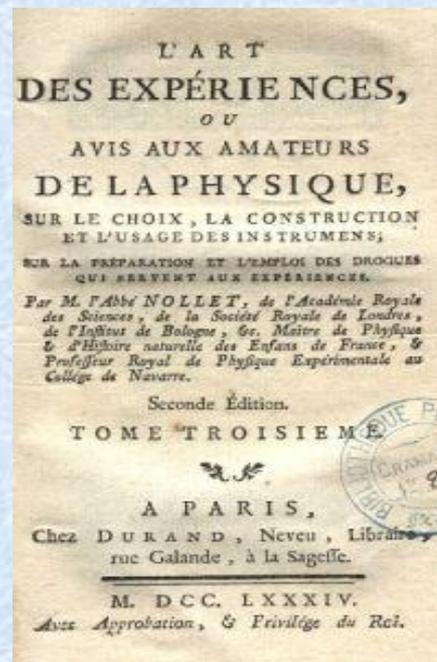




**Per 'vedere' l'elettricit :  
l'elettroscopio**

Fenomeni elettrici son divenuti in **oggi sì comuni, e volgari, che il popolo stesso più vile, e rozzo se ne vanta d'averli osservati; e pretende d'aver diritto di ragionarne, quasi sedendo a scranna con i più acuti filosofi.**

Non solo i valentuomini eruditi, ma quelli eziandio, che professano qualche pulitezza, e coltura, si sono **procacciati delle macchine elettriche a ciò destati e dalla maraviglia de' fenomeni, e dalla semplicità delle macchine, che, non richiedono artifizio raro, e dal loro discreto prezzo, che nulla sconcerata l'economico regolamento d'una famiglia.**



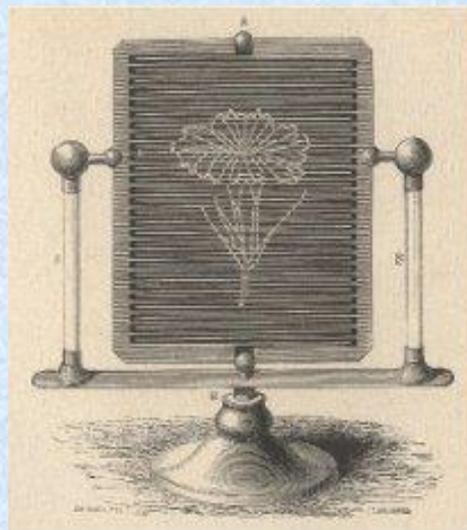
Non paghi de' fenomeni hanno dichiarata una brama ardentissima di saperne la lor cagione; e molti si sono affrettati di rintracciarla e lusingandosi d'averla scoperta, l'hanno ancora esposta alla pubblica luce. **Questa esposizione non ha soddisfatto né a dotti, né a rozzi.**

Questi non l'hanno comunemente intesa: quelli si sono doluti del loro spirito d'opinare sistematico, ed ipotetico **in una stagione, in cui i sistemi dalla sana filosofia sono aborriti, ed esclusi.**

Più si sono divulgati i fenomeni, più si sono moltiplicati i libri, che li esponevano, e più moltiplicate le sentenze, che ne sviluppavano le cagioni. La moltiplicazione de' libri ha seco recati due incomodi: l'uno si è, che **parecchi d'essi esponevano alcuni fenomeni con poca verità**, e con minore semplicità: l'altro, che i corollarj erano troppo universali ed arditi, e con poco matura, e filosofica riflessione dedotti.

Fino che l'elettricità fu per così dire, **allevata** nelle scuole de' Signori Havksbee, Gray, du Fay, Musschembroek, si mostrò bensì ella **maravigliosa** e **strana**; ma mantenne sempre un'aria **modesta, verace, e semplice** .....

Ma poichè dalle scuole di que' valentuomini varcò ella alle **pubbliche piazze**, e alle **sale de' Principi e de' Cavalieri**, *venduta a prezzo tanto più caro, quanto più maravigliosa si dichiarava*, cercò l'arte d'accrescerle il prezzo, accrescendone la maraviglia, e s'ingegnò di mettere in maggior vista certi fenomeni altronde divulgati, e noti.



Se s'appressi un dito, o una verga di metallo, o altra cosa a un corpo elettrizzato, tosto ne esce fuori una **scintilla**.



<https://youtu.be/EAsdKSGEF4o>

## "Nice elettrizzata":

Con l'uno e l'altro piè fermo e raccolto  
La negra pece Nice mia premea,  
Mentre dal vitreo globo attorno volto  
L'elettrico vapore in lei scendea.

Di giovani uno stuolo ristretto e folto,  
L'un l'altro urtando, il dito a lei stendea;  
Chi l'aurea chioma, chi 'l vermiglio volto,  
Chi la man bianca di toccar godea,

Al lieve tocco uscian scoppiando a mille  
Dal crin, dal volto, e dalla man tremante  
Di ceruleo color preste scintille.

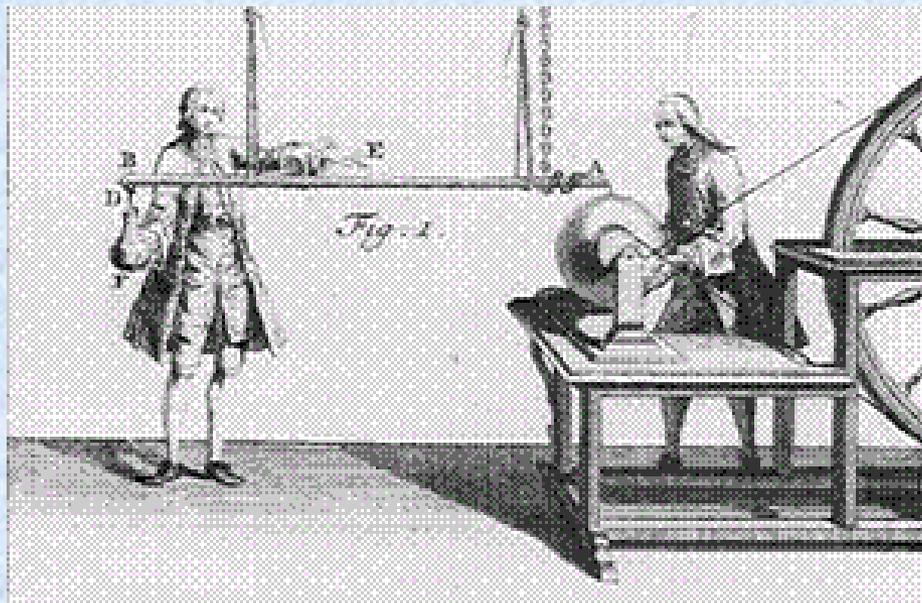
Vide quel gioco Amor, e anch'egli stese  
la man al scintillar del bel sembiante,  
E la sua face a sì bel foco accese.

(Clemente Bondi, Poemetti e rime varie,  
Venezia 1778)





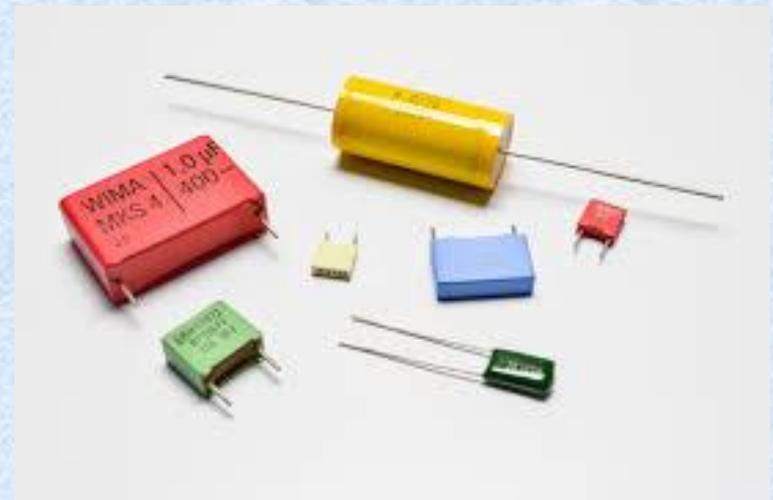
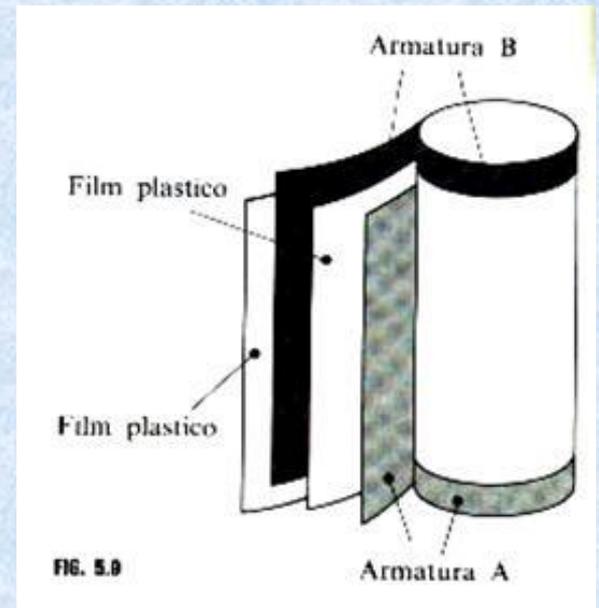
© Espace des sciences, RENNES.



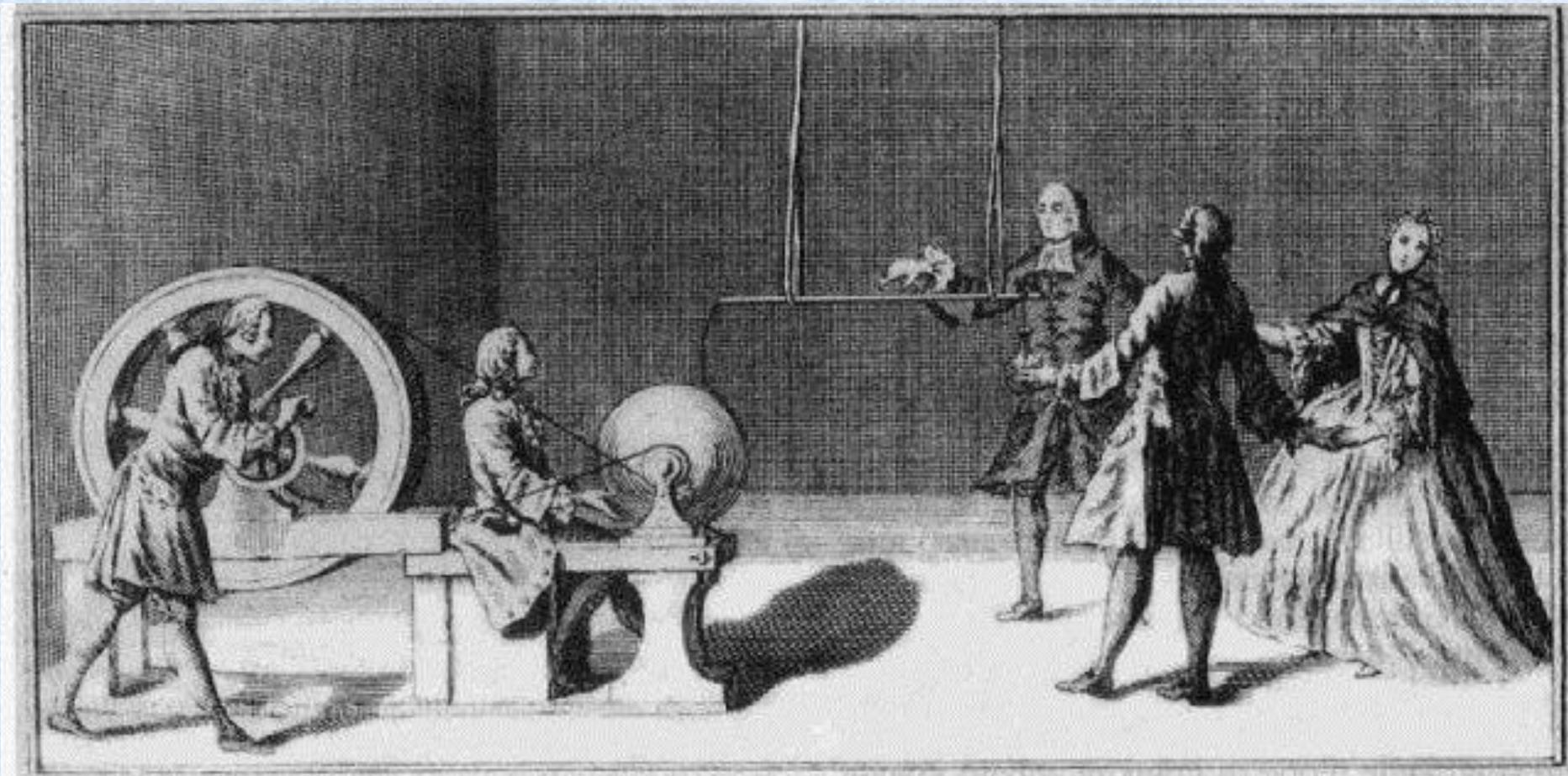
# Bottiglia di Leyda

1745





Molti si prendano per la mano, e il primo applichi il filo d'ottone risaltante dalla caraffa alla verga elettrizzata, e l'ultimo accosti la mano alla stessa, **tutti sentiranno nel tempo stesso il medesimo scuotimento.**



# Il fluido elettrico va molto veloce!

Nel 1746 lo scienziato francese abate Jean-Antoine Nollet, riunì circa 200 monaci in un cerchio, e li collegò con pezzi di filo di ferro. Poi scaricò un condensatore attraverso la catena umana e osservò che ogni monaco aveva reagito contemporaneamente alla scossa elettrica, dimostrando che la velocità di propagazione dell'elettricità è molto alta.



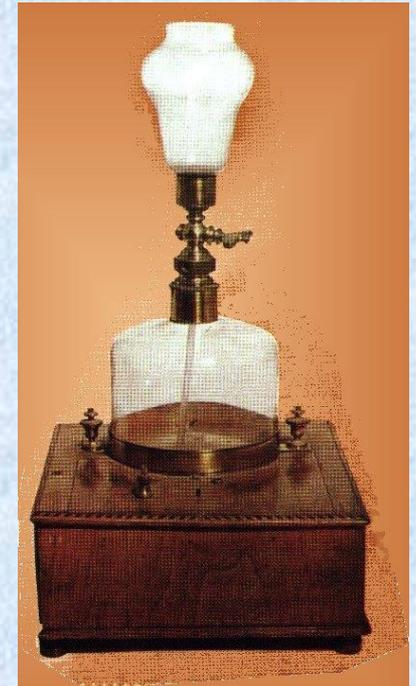
# La pistola di Volta



## *La scoperta del metano*

*Durante le vacanze estive del 1776 sul Lago Maggiore, Alessandro Volta mentre in barca costeggia i canneti presso Angera, frugando con un bastone il fondo melmoso dell'acqua, vide salire a galla e poi svanire nell'aria bollicine gassose in gran copia*

# La pistola di Volta



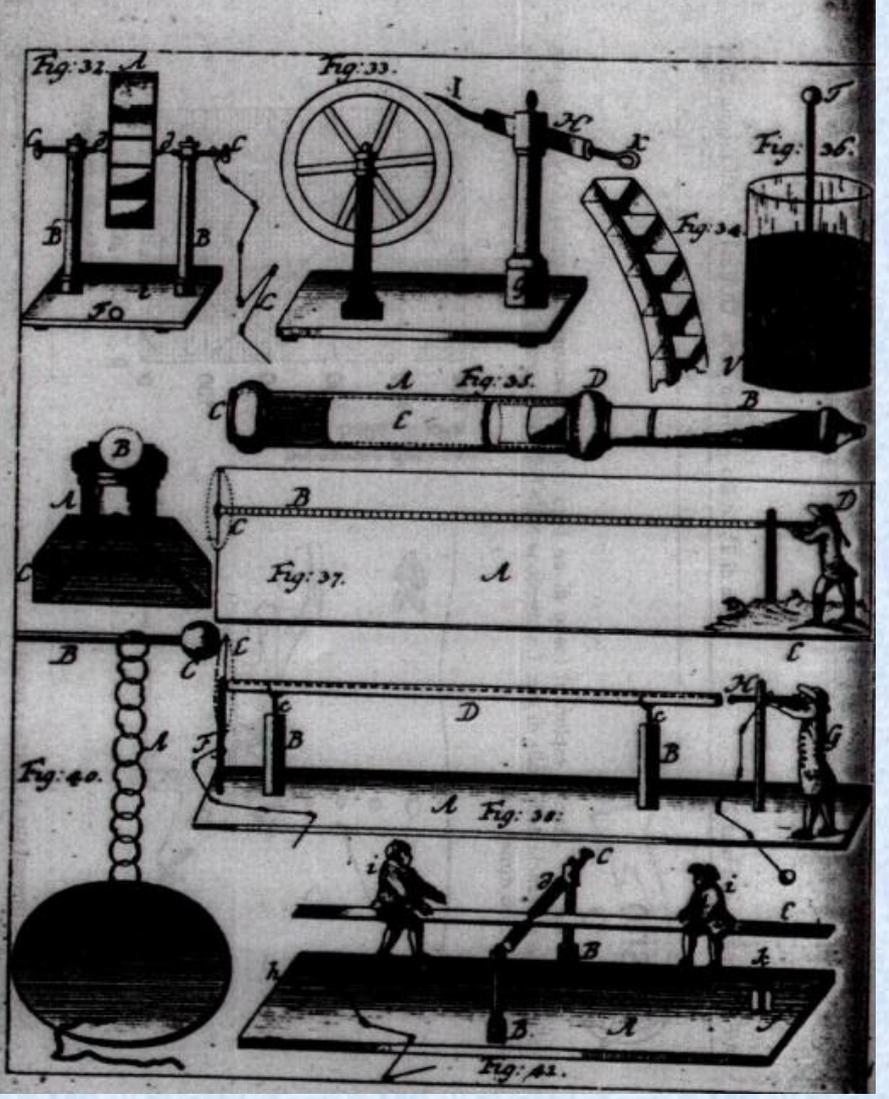
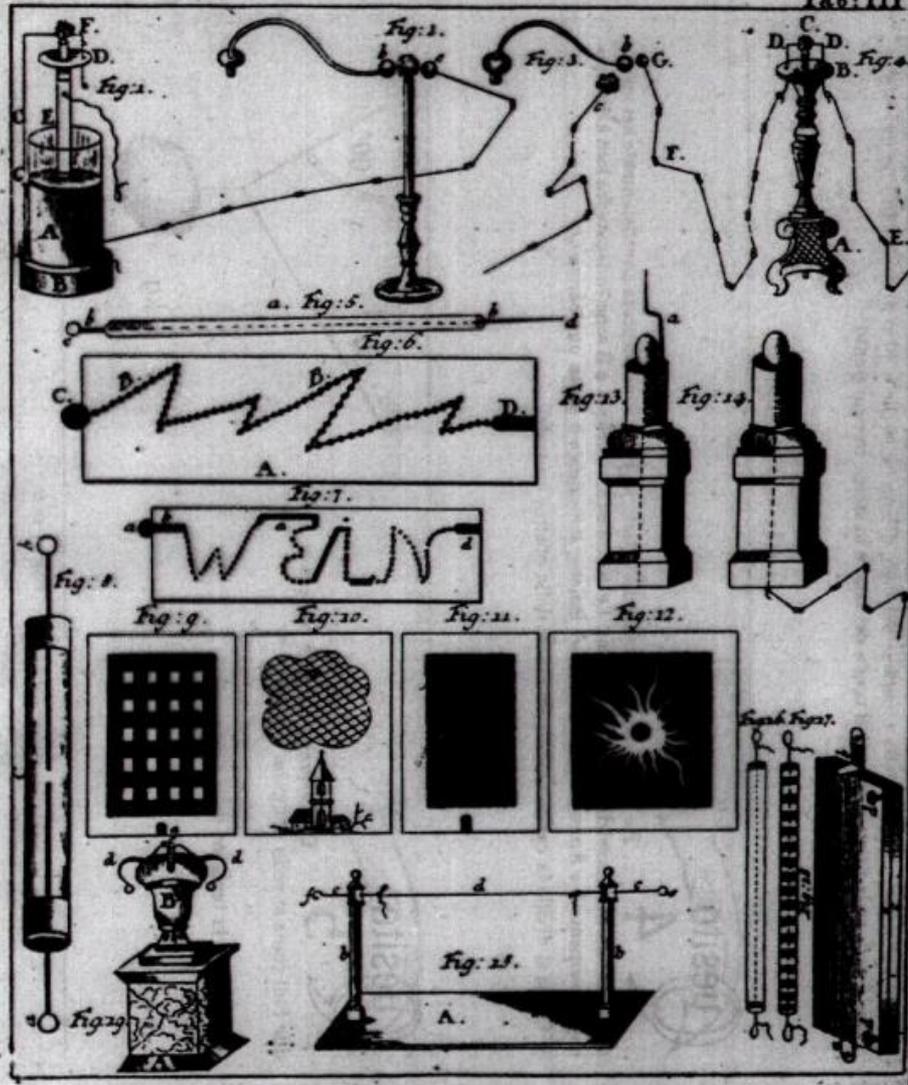
Nel gennaio del 1777, essendo riuscito ad accendere l'aria infiammabile anche con la scintilla, pensò di costruire *"una piccola bombarda od archibuso di nuova foggia, il quale caricato in luogo di polvere, di aria infiammabile mescolata in giusta dose colla deflogisticata [ossigeno] potrebbe cacciare una palla con impeto e rimbombo, ..."*



- <https://youtu.be/u-WN--kmWKA->



<https://youtu.be/CN0iNDZvH3I>



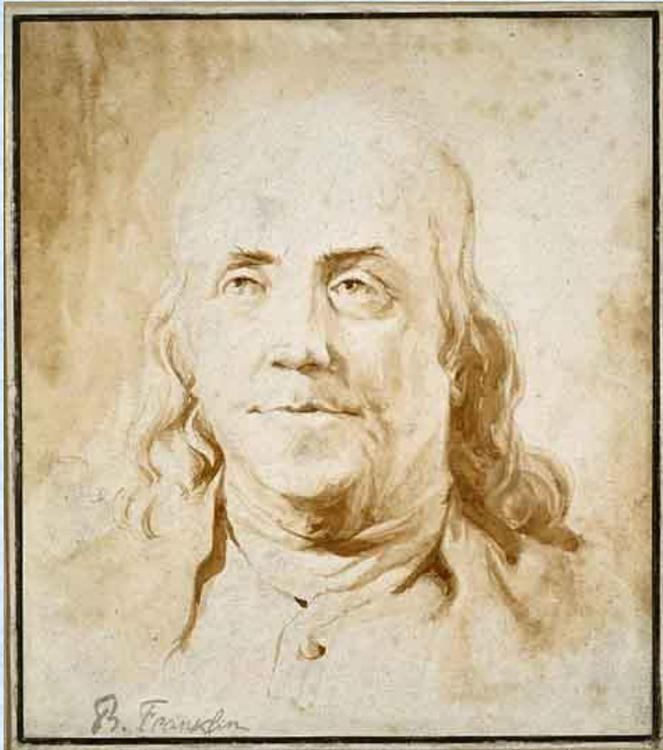
# Fulmini .....



[www.nandoweb.it](http://www.nandoweb.it)

# Benjamin Franklin 1747

Eripuit coelo fulmen sceptrumque tyrannis



EXPERIMENTS  
AND  
OBSERVATIONS  
ON  
ELECTRICITY,  
MADE AT  
PHILADELPHIA in AMERICA,  
BY  
BENJAMIN FRANKLIN, L. L. D. and F. R. S.  
To which are added,  
LETTERS and PAPERS  
ON  
PHILOSOPHICAL SUBJECTS.

The Whole corrected, methodized, improved, and now first col-  
lected into one Volume,  
AND  
Illustrated with COPPER PLATES.

LONDON:

Printed for DAVID HENRY, and Sold by FRANCIS NEWBURY,  
at the Corner of St. Paul's Church-Yard.

MDCCLXIX.

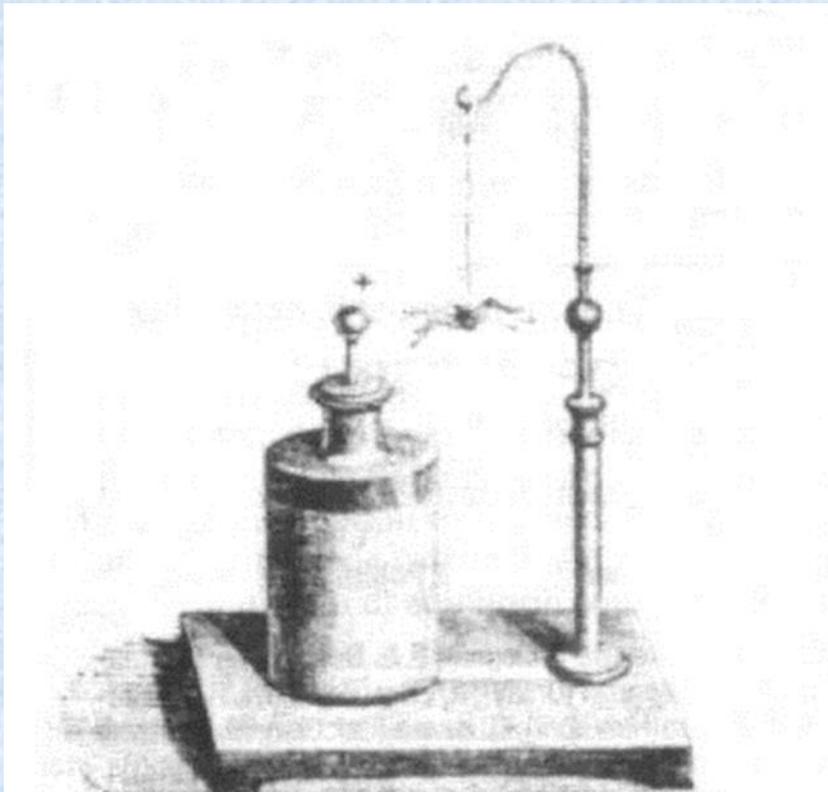
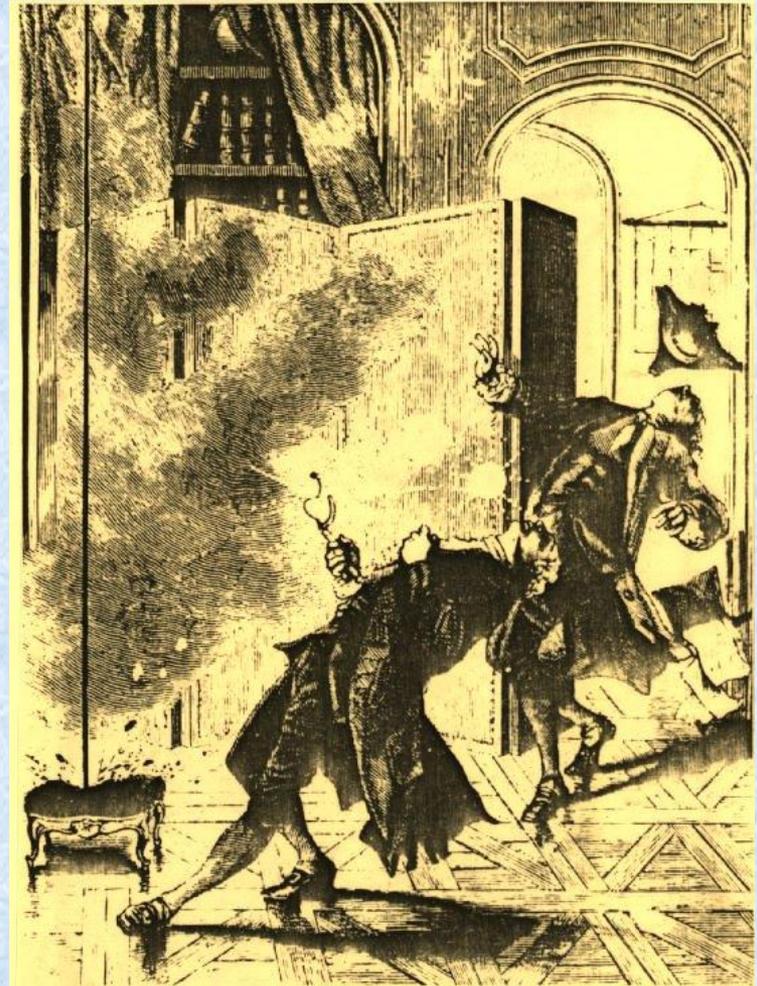


Fig. 200.

La bottiglia a due campanelle (fig. 200) mostra i fluidi contrarii e dà un'idea della condensazione. La palla di metallo isolata da un filo di seta suona ambedue le campane; perchè una fa parte dell'armatura interna, e l'altra dell'esterna. Questo *scampanio* può durare lungo tempo quando la bottiglia è ben carica.

Alla palla metallica si può sostituire il *ragno di Franklin*, il cui corpo e le gambe sono di sovero o sambuco, e le articolazioni fatte con filo di lino.





LE PARATONNERRE.

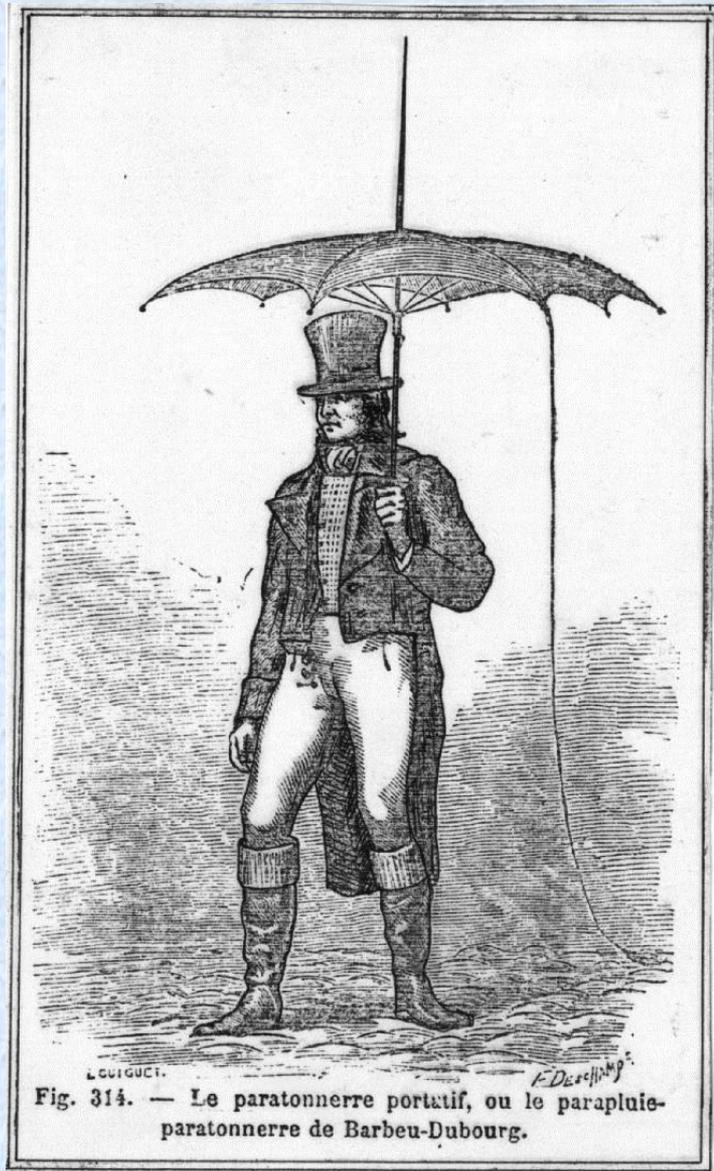
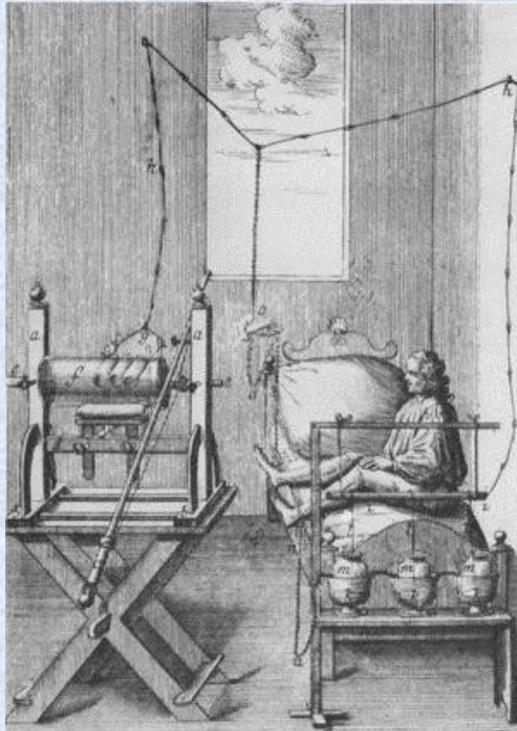


Fig. 314. — Le paratonnerre portatif, ou le parapluie-paratonnerre de Barbeu-Dubourg.

**Comunicato questo scuotimento a uccelletti delicati, e gentili, altri ne rimasero tramortiti, ed altri estinti.**

Si dice, che qualche paralitico da questo scuotimento ne abbia tratto o miglioramento, o salute, e altri infermi ne abbiano provato danno. **Da due anni incirca alcuni autori han fatto saggio dell'Elettricità, applicandola alla guarigione, e cura d'alcuni mali, ...**

Quindi si sono ingegnati d'elettrizzare certe persone da paralisia, da reumatismi, da affezioni ree nervose, e simil morbi comprese. L'esito non è stato lo stesso in tutte. Altre non ne hanno sperimentato verun giovamento, altre han migliorato di molto stato, altre sono perfettamente guarite.



*Medicina sine Medicamento.*



**Laura Bassi**

Queste straordinarie cure da altri sono state accolte con molto applauso, da altri, come avvenir suole, con qualche sdegno, e disprezzo, da altri con poca fede. Questo si è, e fu sempre il destino de' nuovi ritrovamenti. Avvi sempre di coloro, che pensano, che altro non v'abbia da sapersi nella lor'arte, se non ciò ch'essi sanno; e vogliono, che l'arte siasi esausta coll'antiche invenzioni, e che altri non possa giugnere, ov'essi non sono giunti.

Questo o error di giudizio, o malizia di reo volere è uno de' maggiori nemici, che oppongonsi alla promozione delle scienze, e a migliorare i dolci usi della vita civile; e maggior fatica durano gl'inventori per ridurre ad uso pubblico, e comune le loro scoperte, che non durarono per rintracciarle.

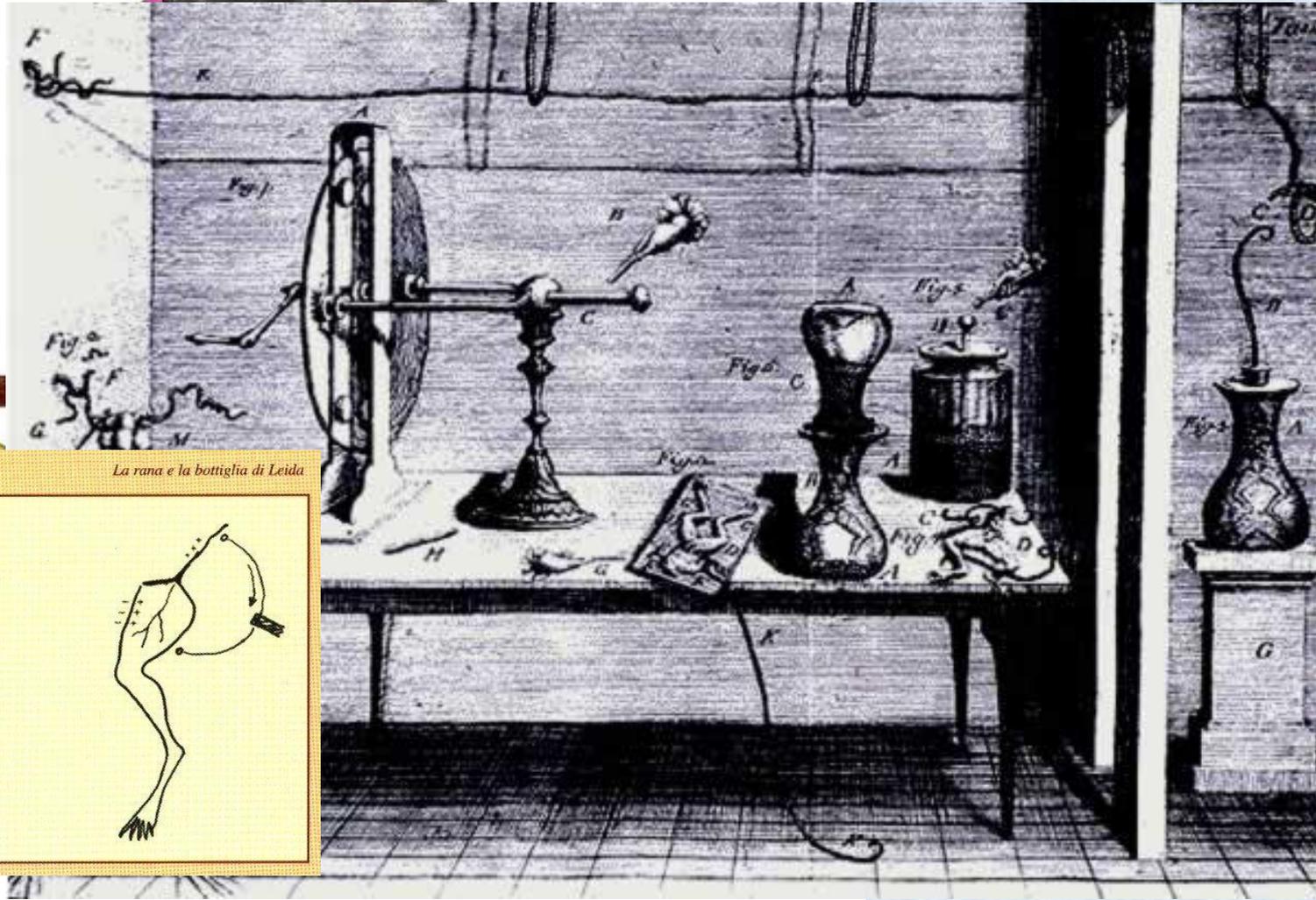
# LUIGI GALVANI

MEMORIE SULLA  
ELETTICITÀ ANIMALE

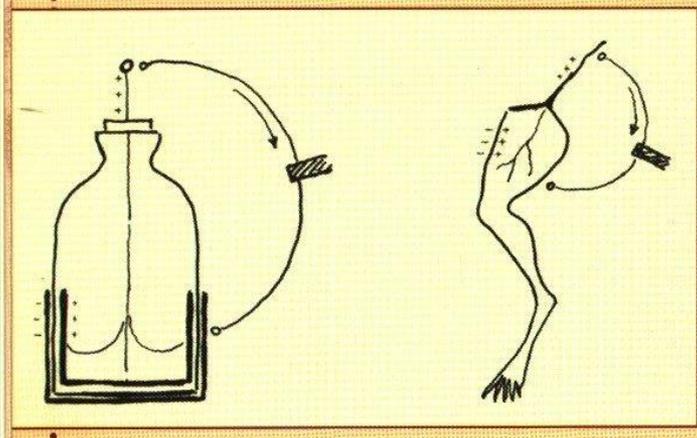


libreriaincanto.it

Luigi Galvani  
(1737-1798)



La rana e la bottiglia di Leida





**Alessandro Volta**  
**(1745 – 1827)**

# Finalmente delle formule!

**Condensatore**

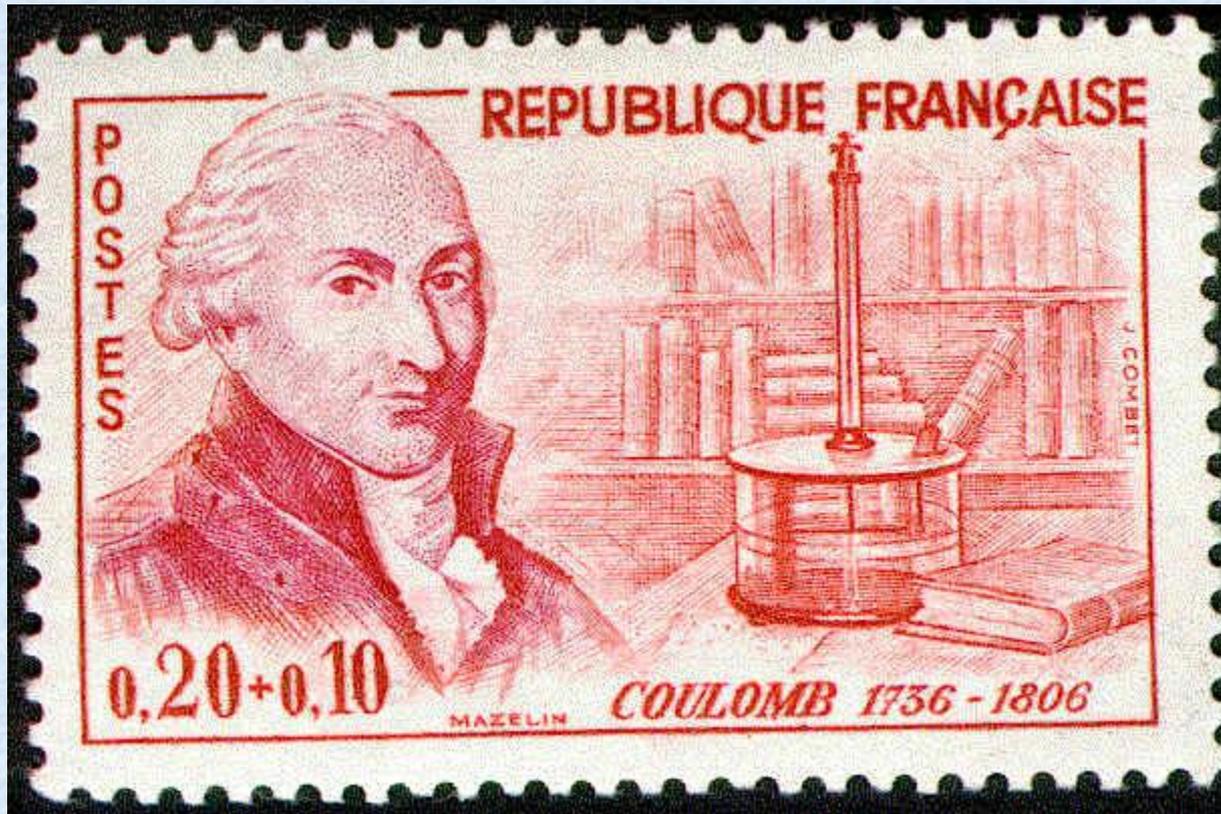
**1782 Volta**

**$Q=CV$  Tensione**



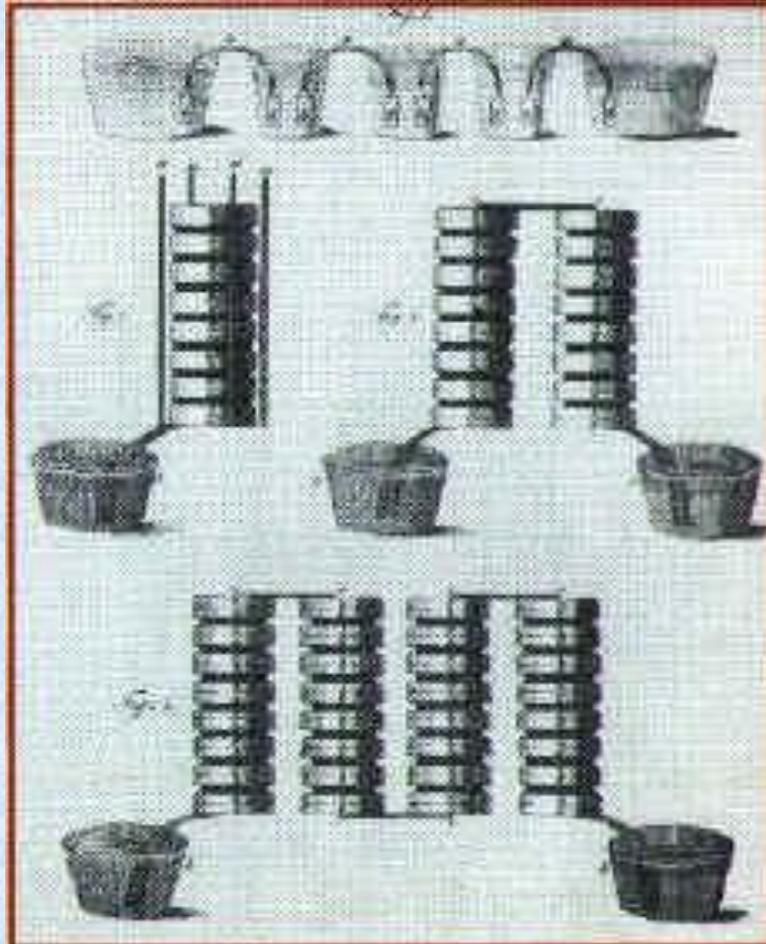
Forza tra due cariche elettriche

1785 Coulomb  $F = k q_1 q_2 / r^2$



# La pila - 1800





# La notizia!

**SULL'ELETTRICITÀ ECCITATA DAL SEMPLICE ....**

**Da Como nel Milanese, 20 marzo 1800**

**... la più curiosa di tutte queste esperienze è di tenere la lamina metallica serrata tra le labbra, ed in contatto con la punta della lingua; poiché quando in seguito si viene a completare il circolo in maniera conveniente, si eccita, tutt'insieme, se l'apparecchio è sufficientemente grande e in buon ordine, e la corrente elettrica è assai forte e in buona disposizione, una sensazione di luce negli occhi, una convulsione nelle labbra, e pure nella lingua, una puntura dolorosa sulla sua punta, seguita infine dalla sensazione di sapore.**

# Volta show



## Materiali:

- A.Gandolfi, G.P.Guidetti *Divertimenti elettrici nel Settecento* La Fisica nella Scuola, XXIV, 1991
- J. Teichmann *Vom Bernstein zum Elektron* Deutsches Museum, Monaco, 1982
- A.Comi *Un pocolin di fisica non manchi...* Parma, 1997
- L. Figuiet *Les merveilles de la science*, Parigi, 1870
- F. Fraunberger *Elektrische Spielereien im Barok und Rokoko*, Deutsches Museum, 1967
- J.L. Heilbron *Electricity in the 17° and 18° Centuries* Berkeley, 1979
- L.Cifarelli, R.Simili *Laura Bassi, emblema e primato nella scienza del Settecento*, SIF, 2012
- P.Mazzarello *Il professore e la cantante* Bollati Boringhieri, 2009
- B. Franklin *Vita di Beniamino Franklin scritta da sé medesimo* Garzanti, 1999
- A. Volta *Elettroforo, condensatore e pistole elettriche* Teknos 1995
- F. Sebastiani *I Fluidi Imponderabili* Dedalo, 1990
- Eulero *Lettere ad una professoressa tedesca (1768)*, Bollati Boringhieri , 2007
- A. Koch Torres Assis *I fondamenti sperimentali e storici dell'elettricità*, LFNS, 2 Suppl., 2017

## Brani audio:

- J.F. Händel da *Music for royal fireworks* (S.Preston, Concertgebow Orch.)
- J.Priestley da *History of Electricity (1746)*
- T.Albinoni *Allegro* da *Concerto 'S.Marco' per tromba e 6 clarinetti*
- G.Civetti *La Rota* da *L'elettricismo (1771)*
- G.B.Telemann *Adagio* da *Concerto in ReM per tromba*
- Clemente Bondi *Nice elettrizzata (1778)*
- W.A. Mozart da *Le nozze di Figaro (1786)* (W.Berry, Wiener Staatsoper, K.Böhm)



**Grazie per l'attenzione!**