

Oersted, Ampere, Faraday e i “moti” rivoluzionari del 1820-21

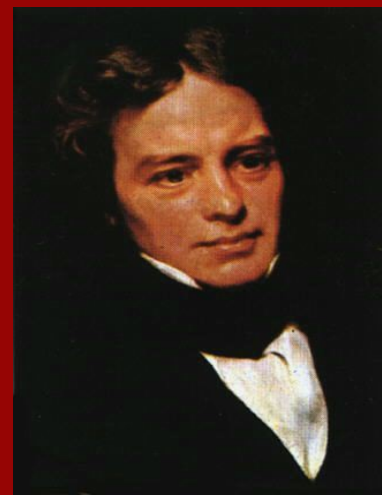
Salvatore Esposito

SISFA – Società Italiana degli Storici della Fisica e dell’Astronomia

INFN – Sezione di Napoli

in collaborazione con **Matteo Olimpo**

Una proposta didattica e divulgativa per valorizzare la Storia della Fisica in occasione del bicentenario della nascita dell’elettromagnetismo



*Con una ricostruzione originale
di 12 esperimenti cruciali*

0. Prologo



**TRATTATO
DEL MAGNETISMO
E
DELLA ELETTRICITÀ**

DELL'ABATE
FRANCESCO ZANTEDESCHI

Membro effettivo pensionato dell'I. R. Istituto Veneto, Prof. di Fisica e Matem. applicata e di Storia Naturale Generale, Prefetto dell'I. R. Orto botanico in S. Giobbe e Direttore Amministratore dei Musei scientifici dell'I. R. Liceo di S. Caterina in Venezia, già P. O. Prof. di Filosofia Teoretica e Morale, negli II. RR. Licei di Brescia e Porta Nuova in Milano, Socio O. degli Atenei di Treviso e Brescia, della Società Economo-Agraria di Perugia, e dell'Acc. Scientifico-Letteraria di Bovolenza, Membro O. dell'Acc. di Agricolt. Arti e Commercio di Verona, Corrispondente degli Atenei di Bergamo e di Venezia, de' Poliglotti di Castelfranco, dell'I. R. Acc. di Roveredo, dell'Acc. Scientifico-Letteraria de' Concorchi di Rovigo, dell'I. R. Acc. delle Scienze di Siena, de' Lincei di Roma, delle Reali Acc. delle Scienze di Torino, Napoli, Rouen e dell'I. R. Ateneo Italiano, ecc. ecc.

SECONDA EDIZIONE

CON SETTE TAVOLE IN LITOGRAFIA

VOLUME I.

M I L A N O

DALLA TIPOGRAFIA DI GIO. SILVESTRI

M. DCCC. XLVI.

Le forze magnetiche ed elettriche richiamano in modo speciale l'attenzione dei dotti e degli artieri, che si applicano alla parte industriale. [...] Frattanto è glorioso per noi Italiani vedere, che le grandi scoperte ed applicazioni che si fecero del magnetismo e della elettricità in questo secolo portano tutte l'impronta del genio di Galvani, di Volta, di Brugnatelli, di Romagnosi e Dal Negro; come pure è glorioso pella Francia vedere, che Ampère stabilì le formole dell'elettricismo-dinamico; e che il primo elettromotore a forza costante uscì dalle mani dell'insigne Professore del Museo di Storia Naturale di Parigi. A lui debbonsi i grandi lavori e le profonde ricerche intorno all'applicazione delle forze elettro-chimiche alla metallurgia, sulle quali progredirono Jacobi, De la Rive e tanti altri sommi sperimentatori. Queste forze sono imprigionate e mute nella materia e tornano libere e parlanti, nei movimenti molecolari, nel chimismo vitale. La loro potenza è per così dire, cosmica ed universale, e presiede a tutti i fenomeni della natura.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1844)

1. Una premessa indispensabile



Alessandro Volta (1745-1827)

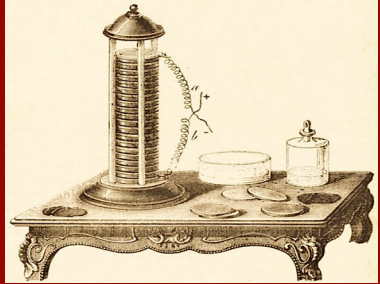
E la pila fu creata

Dalla esposizione di queste idee si vede quale sia stato il procedimento filosofico, che ha guidato il Volta di idea in idea fino alla più sorprendente di tutte, la costruzione cioè del suo elettromotore composto. Il primo era già creato fino dall'estate del 1796, il secondo non porta che la data del 1800. Fa sorpresa che abbia di quattro anni ritardata l'addizione degli elementi o delle coppie per accrescerne gli effetti; ma pare che la difficoltà sia stata nel concepimento di questa idea eminentemente filosofica, che nella addizione delle coppie si sarebbe accresciuta la tensione. La colse sulla fine dell'anno 1799, e la pila fu creata. [...] Messa nel pieno suo lume i tre esposti mezzi di sbilanciare l'elettrico e di crescerne la tensione, procedette il Volta alla costruzione del suo meraviglioso apparato, che da prima chiamò organo elettrico artificiale per una cotale analogia, che gli parve avesse colla torpedine. Esso è costruito o a forma di colonna, rame, zinco, umido; rame, zinco, umido ec.; ovvero a corona o a bicchieri.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1844)

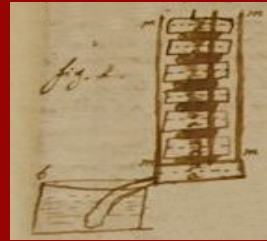
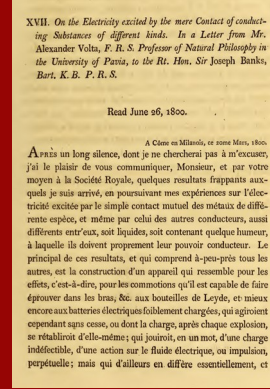


1. Una premessa indispensabile



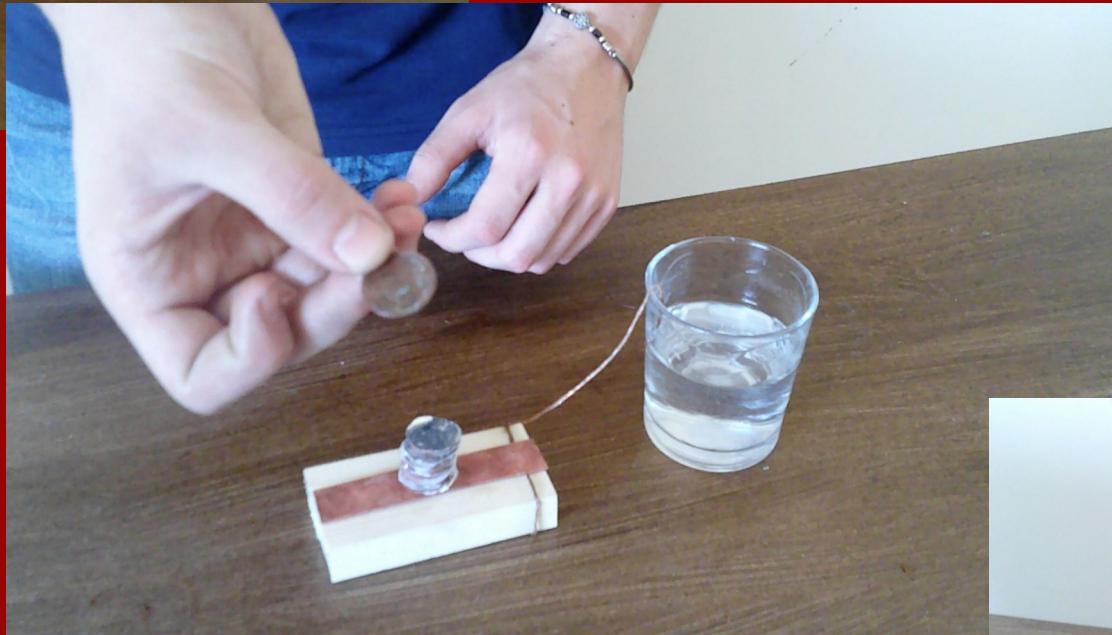
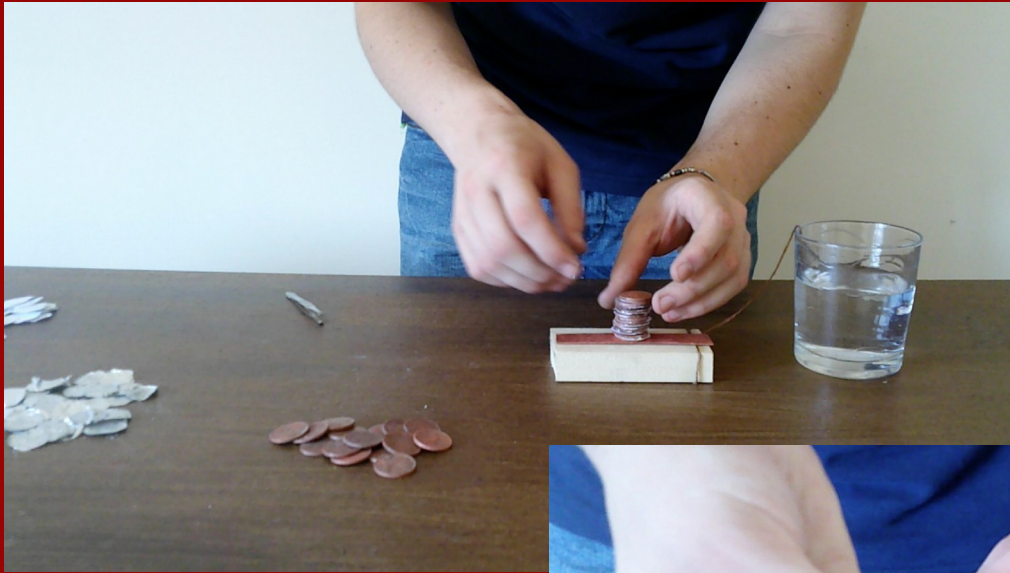
Esperimento N. 1a

Costruzione di una pila a colonna con dischi di rame e zinco, con acqua salata.



Mi procuro qualche dozzina di piccole lastre rotonde, o dischi, di rame, di ottone, o meglio di argento, di un pollice, più o meno, di diametro, (ad esempio, delle monete) ed un numero eguale di lastre di stagno, o, il che è molto meglio, di zinco, e presso a poco della medesima forma e grandezza. [...] Preparo inoltre un numero abbastanza grande di dischi di cartone, di pelle, o di qualche altra materia spugnosa, capace di assorbire e di ritenere molto dell'acqua o dell'umore dal quale bisognerà, per il successo delle esperienze, che essi siano ben intrisi, [...] ben imbevuti d'acqua semplice, o, il che è molto meglio, d'acqua salata [...]. Pongo uno dei piatti metallici, per esempio uno d'argento, e su questo primo ne adatto un secondo di zinco, su questo secondo stendo uno dei dischi ammolliti, poi un altro piatto d'argento, seguito immediatamente da un altro di zinco, al quale faccio seguire ancora un disco ammollito. Continuo così, alla stessa maniera, accoppiando un piatto d'argento con uno di zinco, e sempre nel medesimo senso [...]. Or dunque ciò che aumenta realmente la potenza elettrica di questo apparecchio [...] è il numero dei piatti, disposto nel modo e con le attenzioni che ho illustrato.

(A. Volta, *On the electricity excited by the mere contact...*, 1792)



1. Una premessa indispensabile



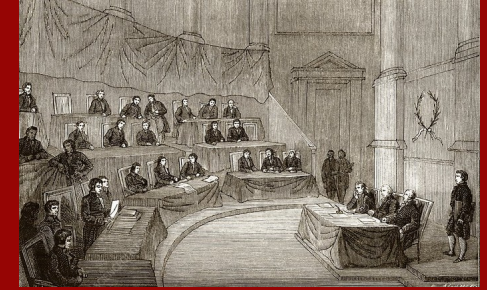
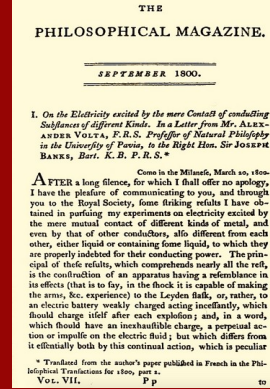
Esperimento N. 1b

Esperimenti con la mano nella coppa

Per riuscire più sicuramente e ricevere delle commozioni considerevolmente più forti, bisogna far comunicare per mezzo di una lamina sufficientemente larga, o di un grosso filo metallico, il piede della colonna, cioè il piatto di fondo, con l'acqua di un catino, o di una coppa assai grande, in cui si terrà immerso un dito, o due, o tre o tutta la mano, mentre si toccherà la testa o estremità superiore (l'ultimo o uno degli ultimi piatti di questa colonna) con l'estremità pulita di una lamina pure metallica, impugnata dall'altra mano, che deve essere ben umida e abbracciare una larga superficie di questa lamina, e serrarla fortemente.

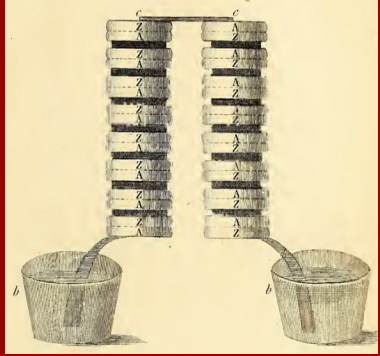
Procedendo in tal modo, io posso già ottenere un piccolo pizzicore, o leggera commozione, in una o due articolazioni di un dito tuffato nell'acqua del catino, quando tocco, con la lama impugnata nell'altra mano, il quarto o il terzo paio di piatti; toccando poi il quinto o il sesto e via via gli altri fino all'ultimo piatto, che forma la testa della colonna, è curioso provare come le commozioni aumentino gradatamente di forza.

(A. Volta, On the electricity excited by the mere contact..., 1792)



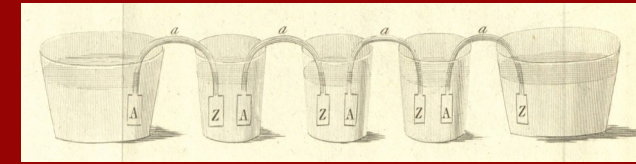
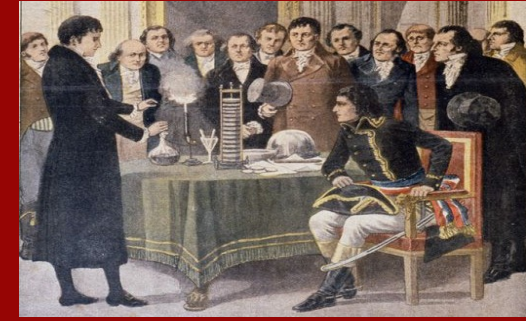
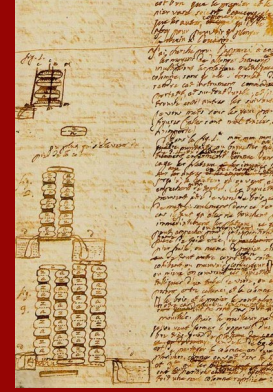


1. Una premessa indispensabile



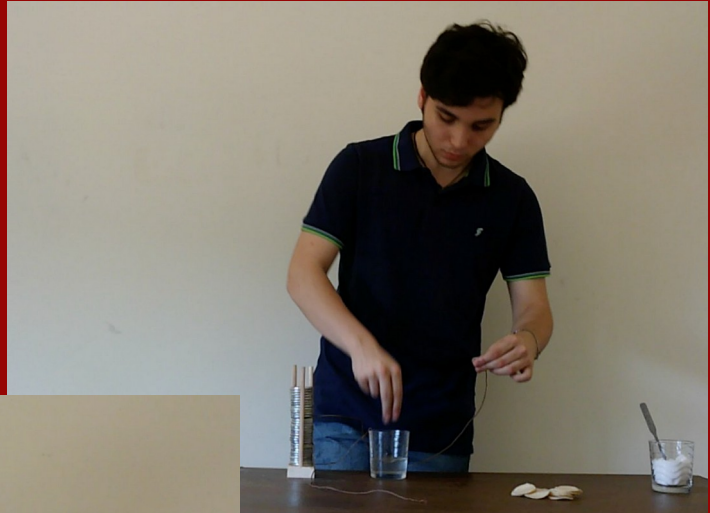
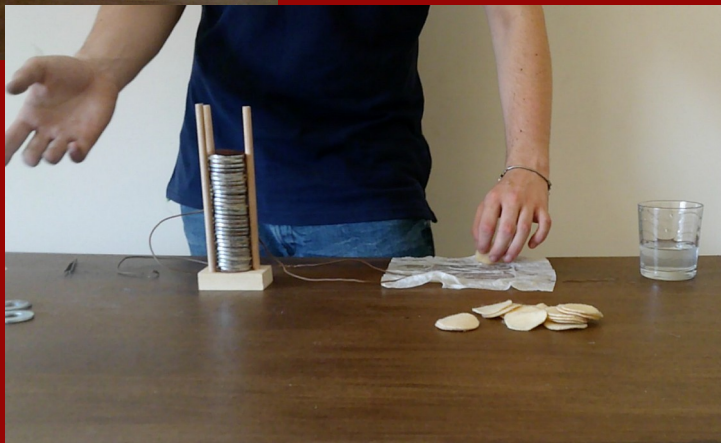
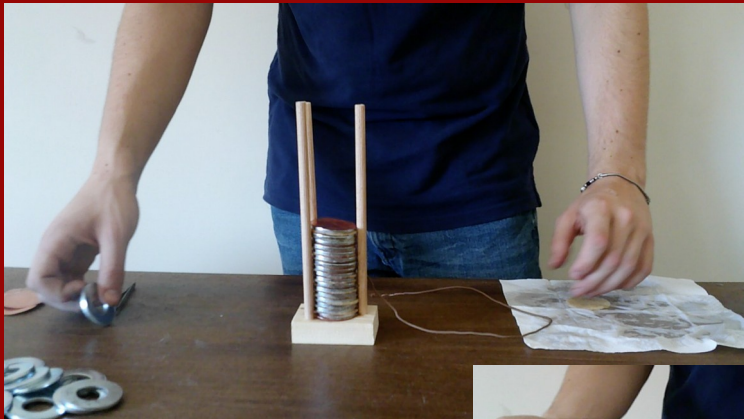
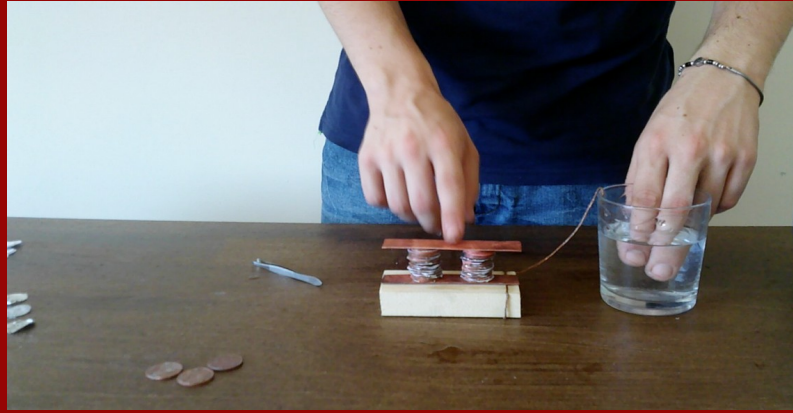
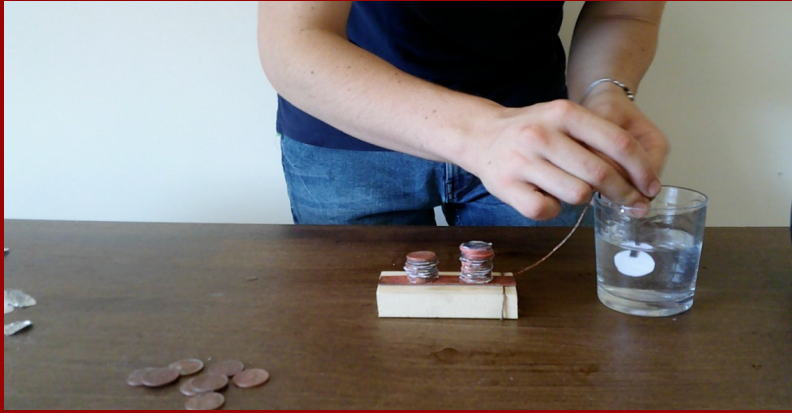
Esperimento N. 1c

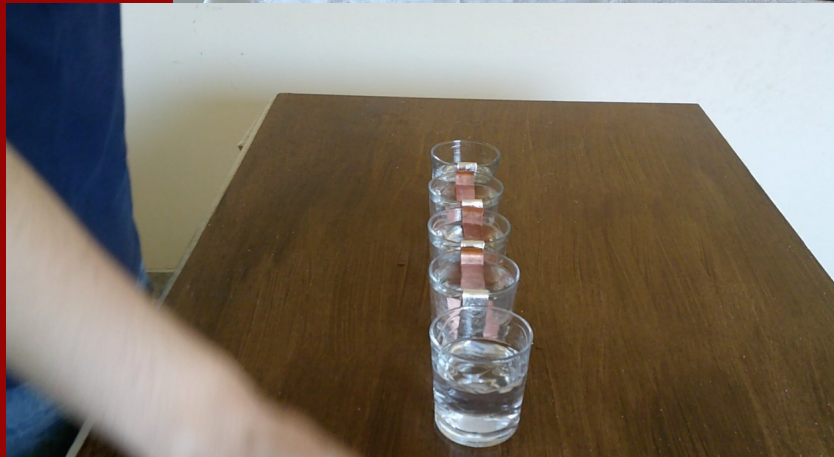
Costruzione di una “doppia pila” con 20 coppie di dischi
Costruzione di una pila a corona di tazze



Il migliore espediente, quando si voglia formare l'apparecchio con un numero molto grande di piatti, [...] è di ripartire la colonna in due o più, come si vede nelle figure [...]. Ho formato, a questa maniera, due cilindri di 20 coppie metalliche, che mi servono ancora abbastanza bene dopo qualche settimana. [...] Quale prova più evidente della continuazione della corrente elettrica, per tutto il tempo in cui le comunicazioni dei conduttori che formano il circolo continuano? e che solamente interrompendo questo, una tale corrente viene sospesa? questa circolazione senza fine del fluido elettrico (questo moto perpetuo) può apparire paradossale, può non essere esplicabile: ma essa è nondimeno vera e reale, e la si tocca, per così dire, con mano. [...] un circolo di conduttori in cui ve ne sono alcuni che, per essere di specie diversa, fanno col loro mutuo contatto l'ufficio d'eccitatori o motori [...]. Tutti questi fatti già abbastanza numerosi, ed altri che si potranno ancora scoprire moltiplicando e variando le esperienze di questo genere, apriranno un campo abbastanza vasto di riflessioni e di vedute, non soltanto curiose.

(A. Volta, *On the electricity excited by the mere contact...*, 1792)





2. Le rivoluzioni del danese

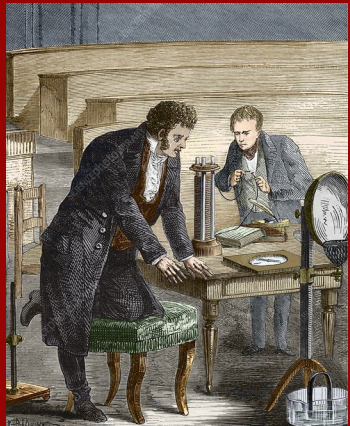


Hans Christian Oersted (1777-1851)

La scoperta dell'elettromagnetismo

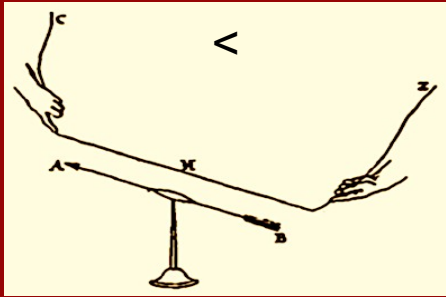
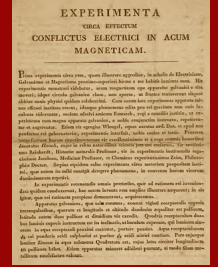
Nel 1802 il peritissimo nostro jureconsulto Romagnosi aveva osservato l'influenza degli apparati voltiani esercitata sopra l'ago magnetico liberamente sospeso, facendolo declinare per alcuni gradi dalla sua direzione polare, [...] ma perché il nostro Romagnosi non chiarì bastantemente il mezzo di osservazione dell'esposto fenomeno, non fu istudiato da' fisici. [...] Il celebre Oersted, segretario della reale Accademia delle scienze di Copenaghen, in una sua opera che pubblicò nel 1813, aveva proposto a se stesso di ricercare se l'elettricità nello stato più latente ha alcun'azione sulla calamita; e nel verno del 1819 sciolse sperimentalmente la questione.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1845)



2. Le rivoluzioni del danese

21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*



Esperimenti N. 2a,b,c

Esperimenti con il filo sopra l'ago magnetico e parallelo ad esso (a,b)

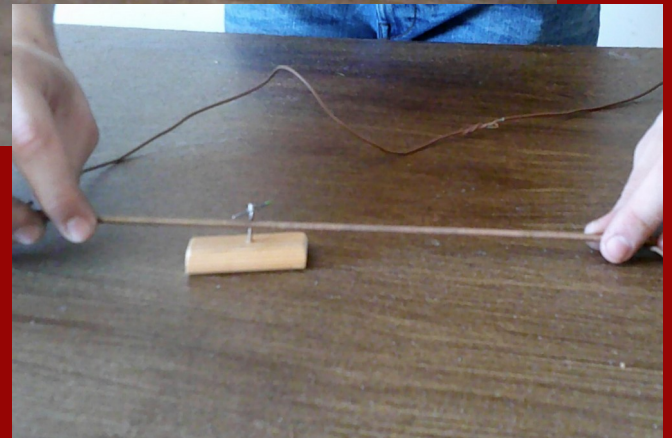
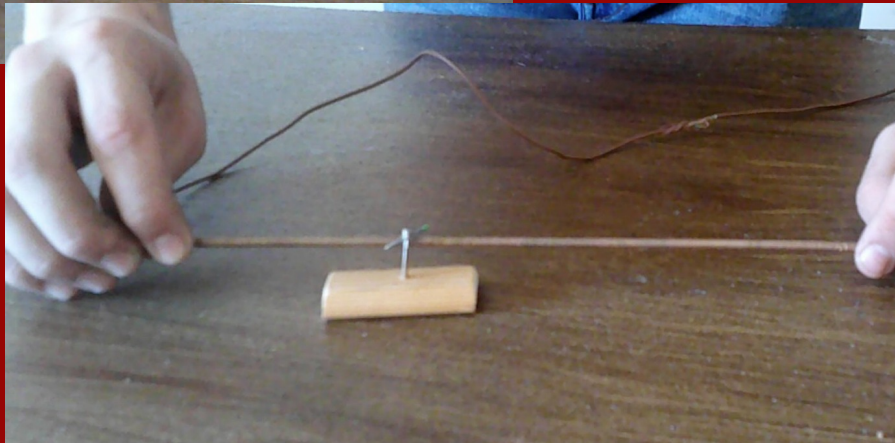
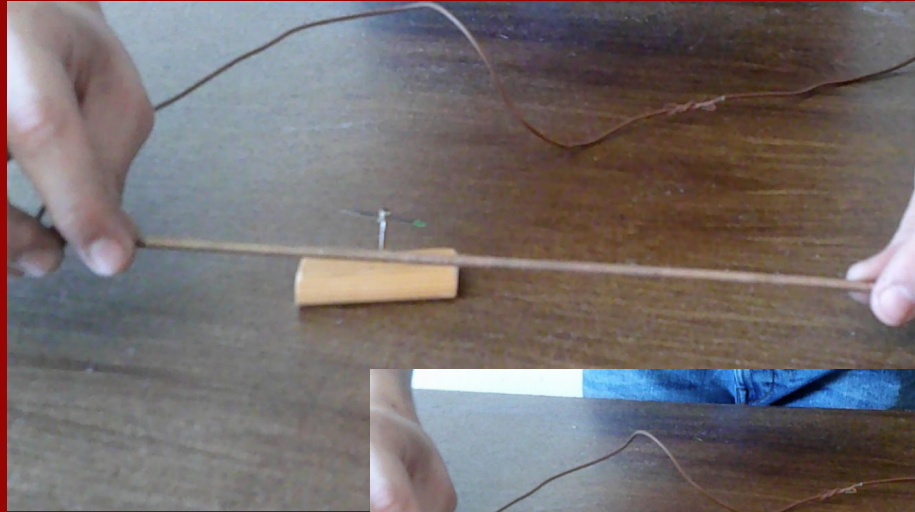
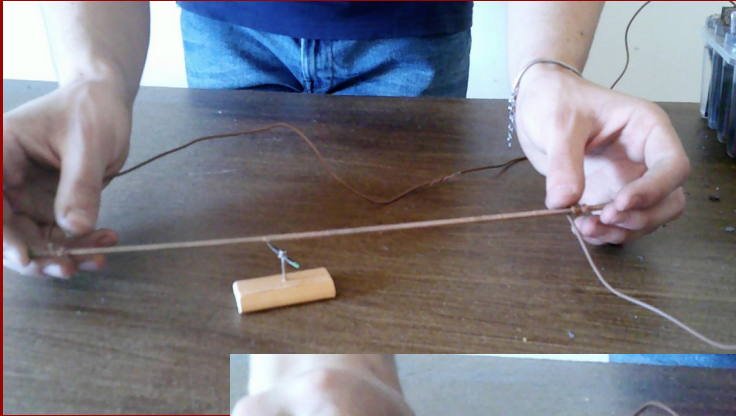
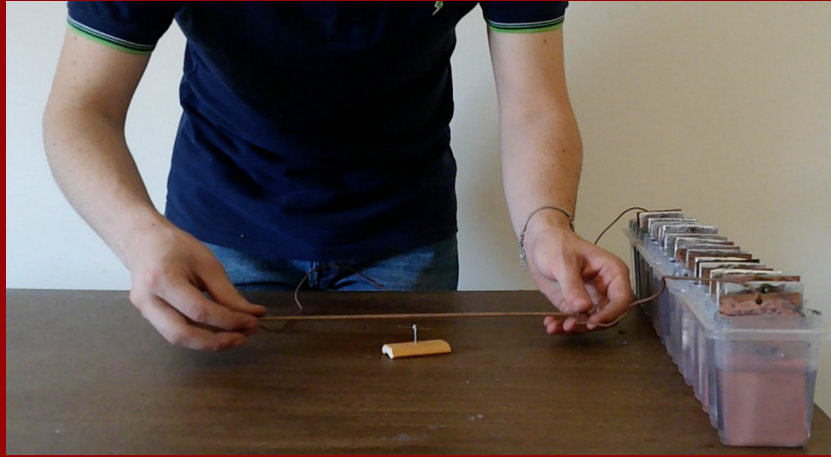
Esperimenti con il filo sotto l'ago magnetico e parallelo ad esso (c)

Il nostro apparecchio voltiano risultava da venti ricettacoli di rame rettangolari e contigui, [...].

^a Or si immagini che la parte rettilinea di questo filo sia orizzontale, e collocata al disopra e parallelamente a un ago di bussola liberamente sospeso. [...] L'ago della calamita si moverà per tal modo che declinerà verso l'ovest sotto la parte del filo congiuntivo che più si accosta al polo negativo.

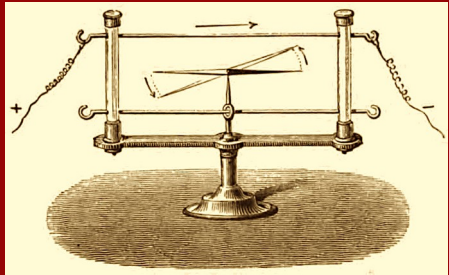
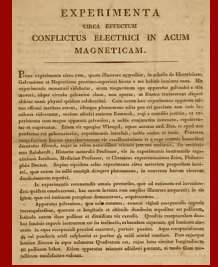
^b La direzione del filo congiuntivo può esser cangiata verso est o verso ovest, purchè esso rimanga parallelo all'ago, senza che insorga cangiamento nel risultato tranne quello che si riferisce alla sua intensione. [...]

^c Se il filo congiuntivo è disposto orizzontalmente al disotto dell'ago, gli effetti sono della medesima natura di quelli che avvengono quando il filo si ritrova al disopra, ma accadono in una inversa direzione; vale a dire il polo dell'ago sotto il quale ritrovasi la parte del filo congiuntivo che riceve l'elettricità negativa dell'apparecchio declina allora verso l'oriente. [...]



2. Le rivoluzioni del danese

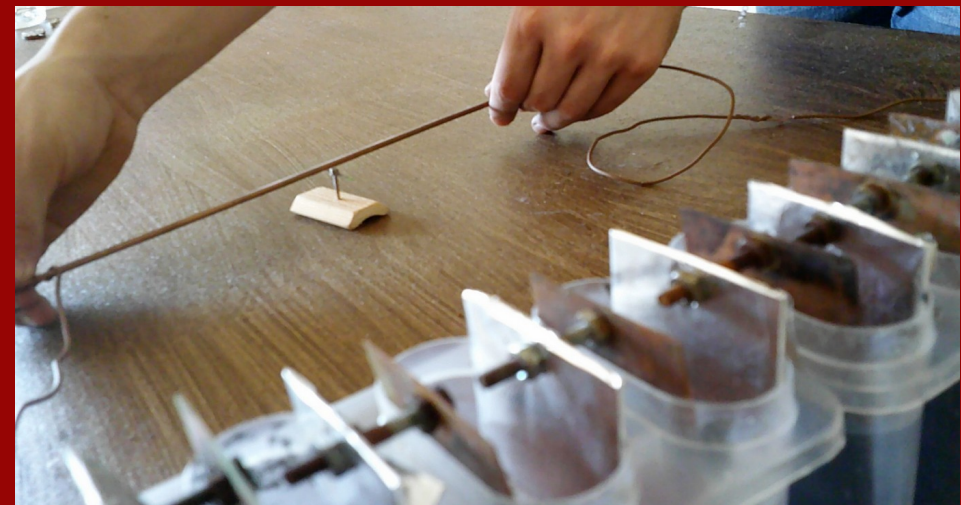
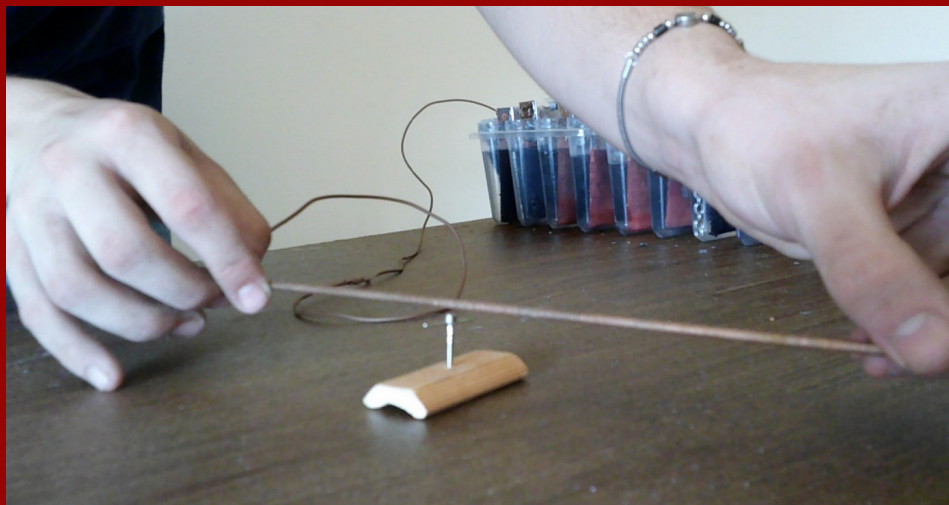
21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*



Esperimenti N. 2d

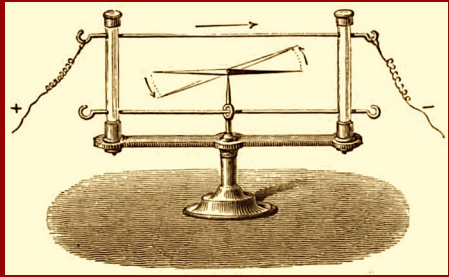
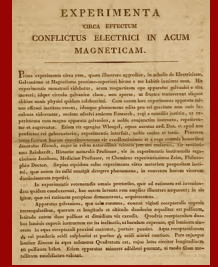
Esperimenti con il filo inclinato rispetto al meridiano magnetico (d)

^d *Se il filo congiuntivo (supposto sempre orizzontale) vien piegato gradatamente, sicché faccia un angolo di mano in mano più grande col meridiano magnetico, la declinazione dell'ago si accresce se il moto del filo tende verso il luogo dell'ago sturbato, e scema al contrario se se ne scosta. [...]*



2. Le rivoluzioni del danese

21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*



Esperimenti N. 2e

Esperimenti con il filo nello stesso piano orizzontale dell'ago magnetico (e)

e Quando il filo congiuntivo, orizzontale, è reso parallelo all'ago (equilibrato da un piccolo contrappeso) non lo fa declinare né all'est né all'ovest ma lo inclina in un piano verticale, di modo che si abbassa il polo appo cui opera l'azione negativa della pila sul filo, quando il filo è posto dal lato occidentale, e s'alza quando lo è dall'orientale. [...]



2. Le rivoluzioni del danese

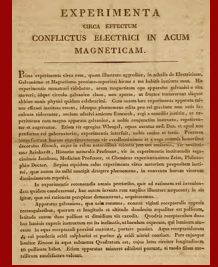
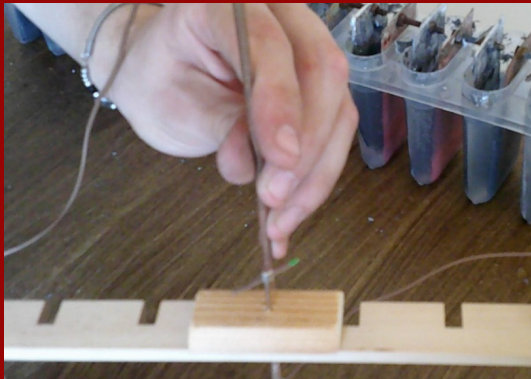
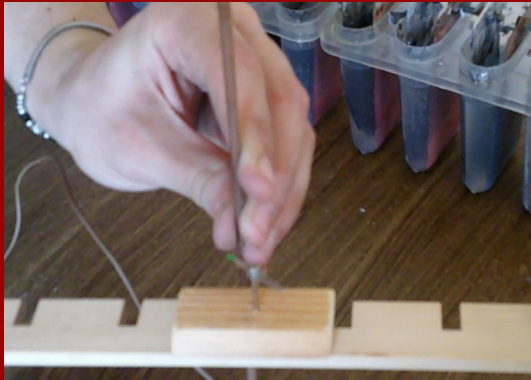
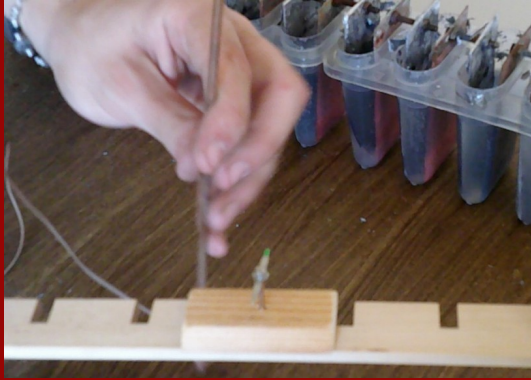
21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*

Esperimenti N. 2f,g

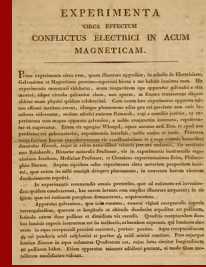
Esperimenti con il filo perpendicolare al piano dell'ago magnetico (f,g)

^f *Se si dispone il filo congiuntivo, sia pur disopra o disotto dell' ago, in un piano perpendicolare al meridiano magnetico, l'ago si giace in riposo, a meno che il filo non sia assai vicino al polo dell'ago, perocchè in questo caso s'alza quando l'entrata avviene dalla parte occidentale del filo, e s'abbassa quando avviene dalla parte orientale.*

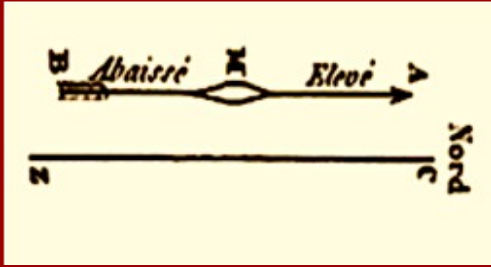
^g *Quando il filo congiuntivo vien collocato perpendicolarmente dirimpetto al polo dell'ago, e che la superiore estremità del filo riceva l'elettricità del lato negativo dell'apparecchio, allora il polo dell'ago si move verso oriente; ma se si pone il filo rimpetto a un punto fra il polo e il dimezzo dell'ago, esso si rivolge all'occidente. I fenomeni si presentano con inverso ordine quando l'estremità superiore del filo congiuntivo riceve l'elettricità del lato positivo dell'apparecchio. [...]*



2. Le rivoluzioni del danese



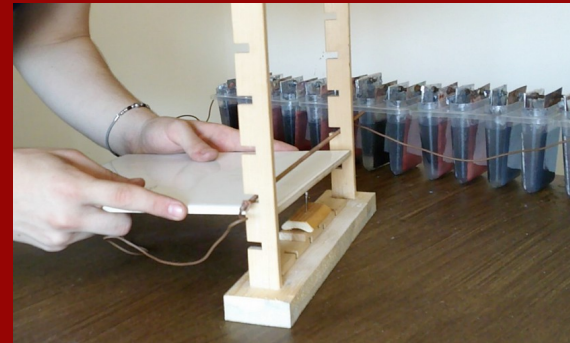
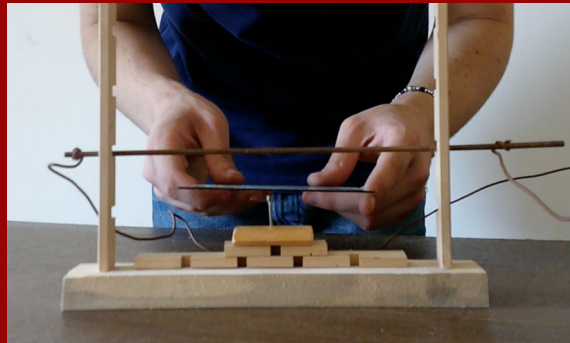
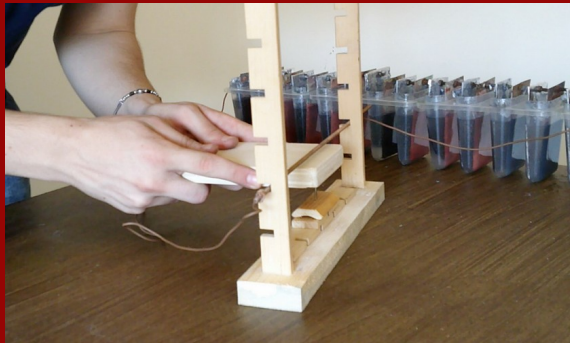
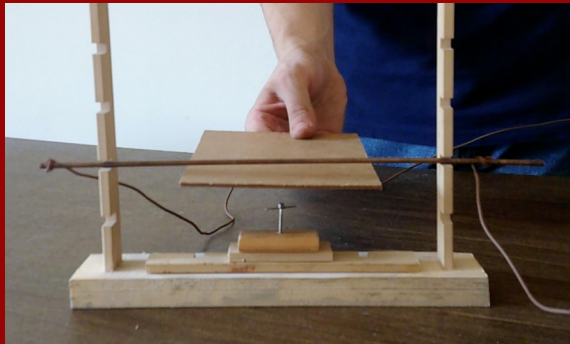
21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*



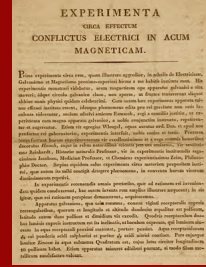
Esperimenti N. 2h

Esperimenti con un mezzo interposto tra filo e ago magnetico (h)

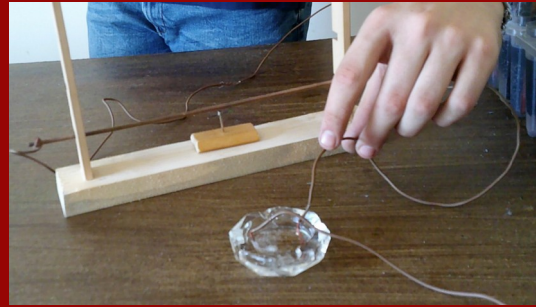
^h *L'effetto del filo congiuntivo sull'ago calamitato avviene attraverso al vetro, a' metalli, al legno, all'acqua, alla resina, a vasi di terra cotta, ed a materie preziose. Tutte queste sostanze interposte fra il conduttore e l'ago non sembrano scemare sensibilmente l'influenza dell'uno sull'altro. [...]*



2. Le rivoluzioni del danese



21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*

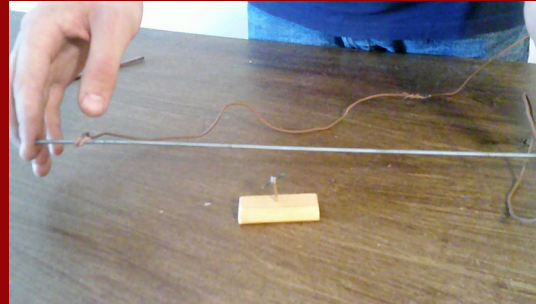
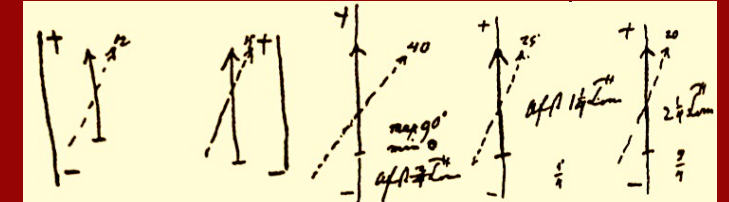


Esperimenti N. 2i,l,m

Esperimenti con fili di diversa natura (i)

Esperimenti con il filo "interrotto dall'acqua" (l)

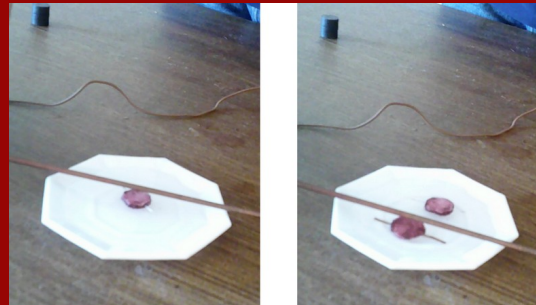
Esperimenti con un ago non magnetico (m)



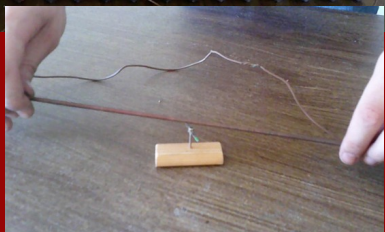
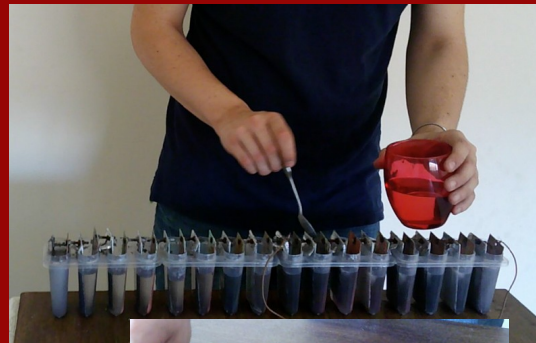
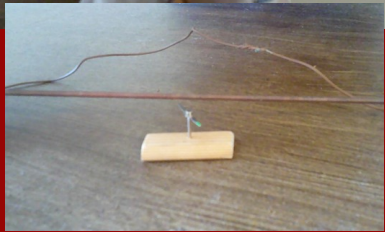
ⁱ Il conduttore può essere composto di parecchi fili o nastri sottili riuniti in fascio. La specie di metallo che si adopera non vale a cangiare l'effetto, ma forse vale a renderlo più o men grande. [...]

^l Quando s'interrompe il circuito con dell'acqua, il conduttore non rimane appieno scevro di effetto a meno che l'interuzione non avvenga sopra uno spazio di parecchi pollici. [...]

^m Un ago di ottone sospeso come si pratica con quelli d'acciajo non è mosso dall'influenza del filo congiuntivo. Lo stesso accade a un ago fatto di vetro o di gomma lacca. [...]



2. Le rivoluzioni del danese

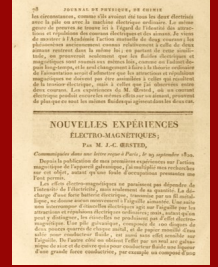


1820: *Nouvelles experiences electro-magnetiques*

Esperimenti N. 2n

Esperimenti sulla dipendenza dall'intensità e non dalla tensione elettrica (n)

ⁿ *Gli effetti elettro-magnetici non sembrano dipendere dall'intensità dell'elettricità, ma solamente dalla sua quantità. [...] Un apparato galvanico composto di 100 dischi di due pollici quadrati di ciascun metallo, e di carta bagnata con acqua salata per conduttore fluido, è ancora senz'effetto sensibile sull'ago. Al contrario il medesimo ha luogo con un solo arco galvanico di zinco, e di rame, che abbia per conduttore fluido un liquido d'una gran forza conduttrice, p.e. composto d'una parte di acido solforico, altrettanto di acido nitrico, e 60 parti d'acqua. Si può anche impiegare una quantità doppia di questo liquido senza diminuire di molto l'effetto. Se le superficie dei due metalli sono piccole, l'effetto è ancora poco considerabile; ma esso aumenta, a misura che le medesime vengono accresciute.*



2. Le rivoluzioni del danese



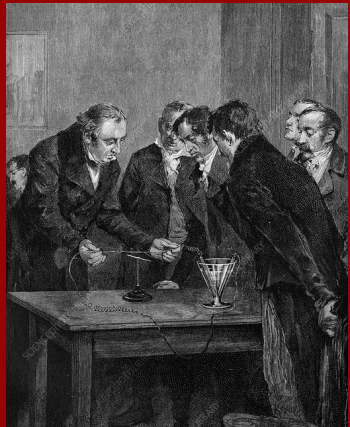
Hans Christian Oersted (1777-1851)

La scoperta dell'elettromagnetismo

Dagli esposti fatti appare che il conflitto elettrico non ha limite nel filo conduttore, ma che piuttosto ha intorno a lui una molto estesa sfera d'attività.

Le osservazioni guidano altresì a conchiudere che questo conflitto agisce con giramento; infatti se questo non si supponesse non sarebbe possibile il concepire come quella medesima porzione di filo congiuntivo che porta l'ago verso oriente quand'è posto al disotto del polo magnetico, valesse poi a spingerlo verso occidente quand'è al disopra di questo polo. Ma l'azione circolatoria è appunto di tal guisa che i moti da essa prodotti avvengono in direzioni precisamente contrarie nelle due estremità di uno stesso diametro.

21 luglio 1820: *Experimenta circa effectum conflictus electricus in acum magneticam*



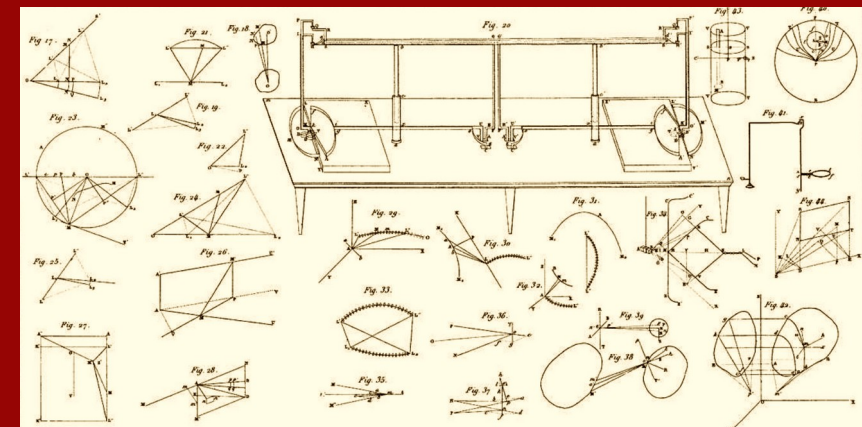
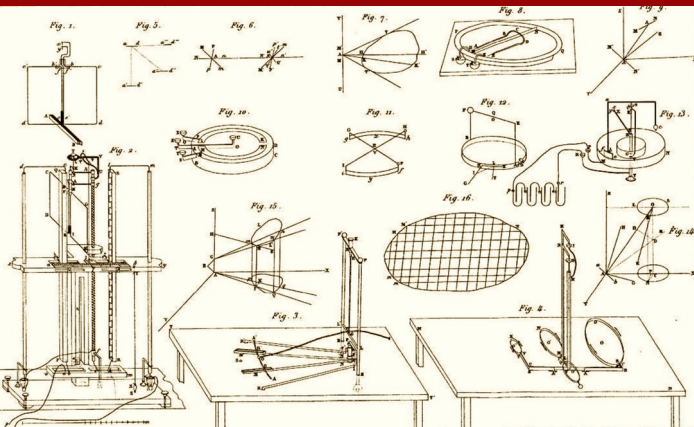
3. Esperimenti all'Accademie



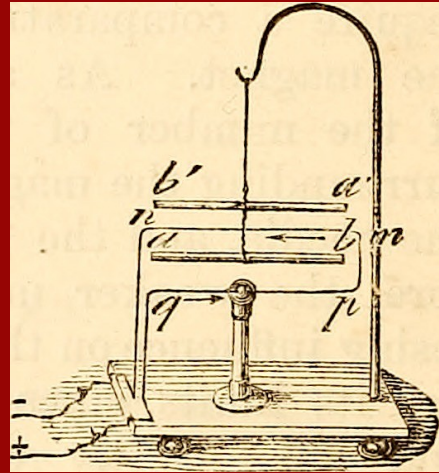
André-Marie Ampère (1775-1836)

Ampère, che in seguito ad Oersted, tanto meritò della scienza elettro-magnetica, ideò [...] l'espressione generale della scoperta Oerstediana: Se il conduttore è parallelo all'asse della calamita, questa tende a collocarsi ad angolo retto colla corrente, e col polo nord a sinistra. In questa formola si comprendono tutti i casi di deviazione.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1845)



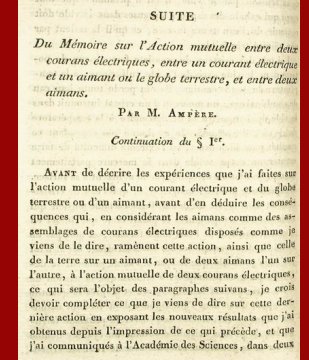
3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

Eliminare l'influenza del magnetismo terrestre: ago magnetico astatico

1820: *Suite du Memoire sur l'action mutuelle...*

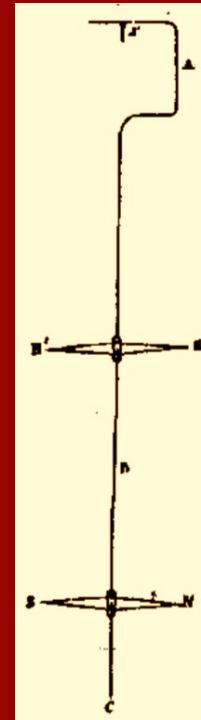


1820: 5-17
settembre

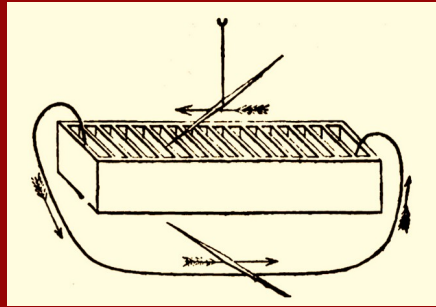
Esperimento N. 3

Costruzione di un sistema astatico (coppia di aghi)

Esperimento di Oersted-Ampere (ago magnetico a 90°)



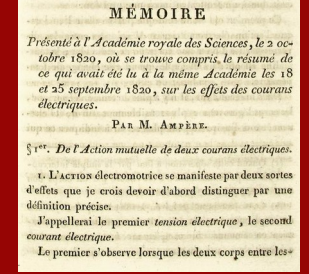
3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

Corrente elettrica dalla pila nel filo congiuntivo: l'esperimento dei due aghi

1820: *Memoire sur les effets des courans electriques*

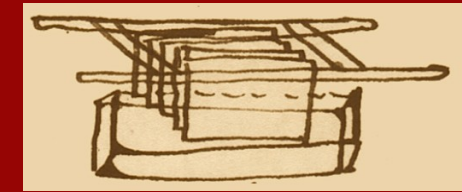


1820: 5-17

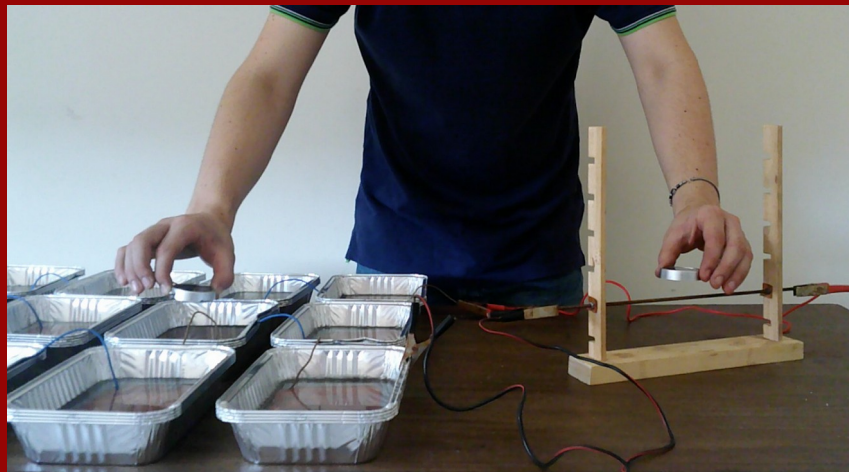
settembre

Esperimenti N. 4

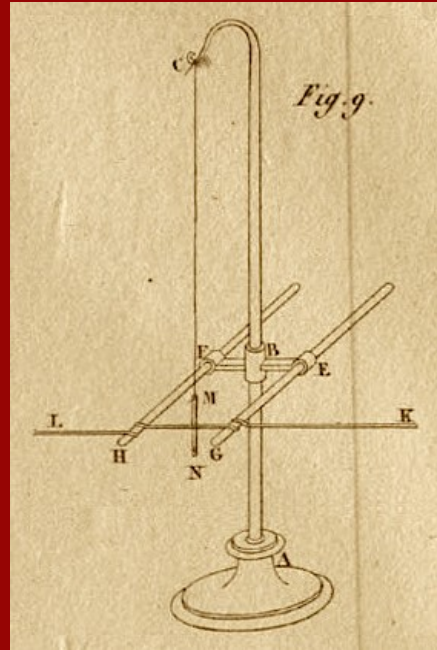
Esperimento di Ampere dei due aghi



L'ago magnetico rivela una proprietà elettrica comune alla pila e al filo conduttore: la **corrente elettrica**.



3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

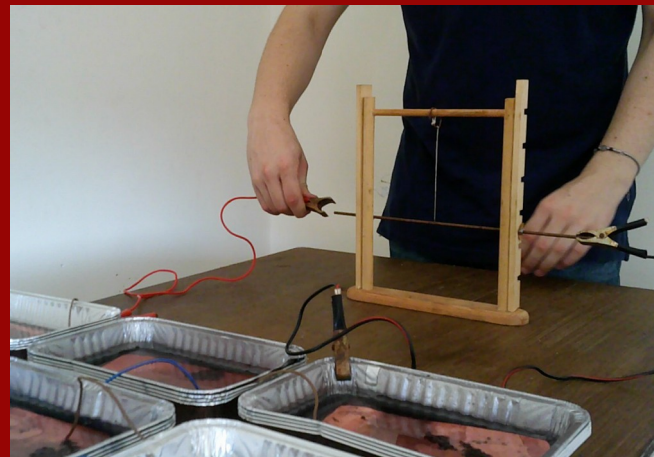
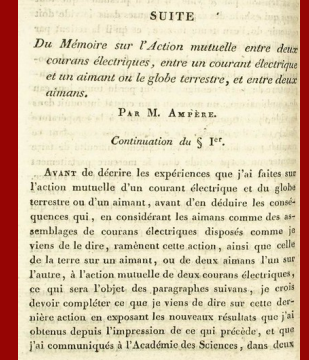
Azione attrattiva o repulsiva di una corrente su un ago magnetico

1820: *Suite du Memoire sur l'action mutuelle...*

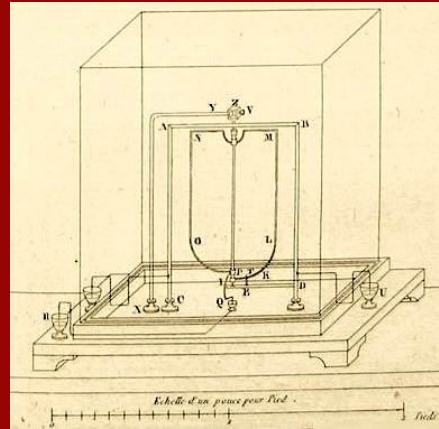
1820: 18 settembre

Esperimento N. 5

Esperimento sull'azione attrattiva e repulsiva di una corrente elettrica



3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

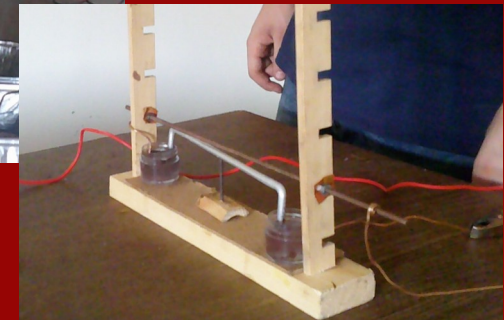
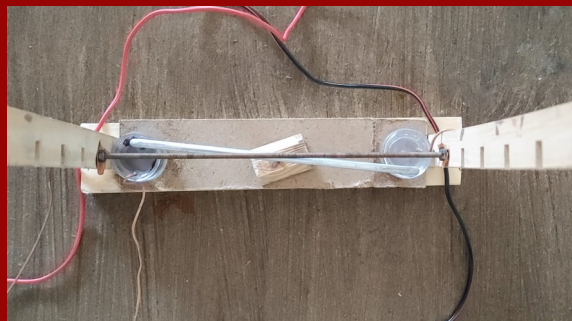
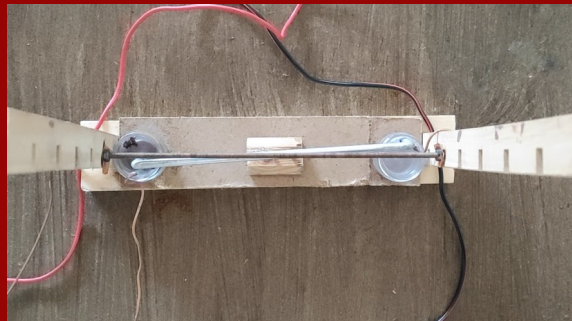
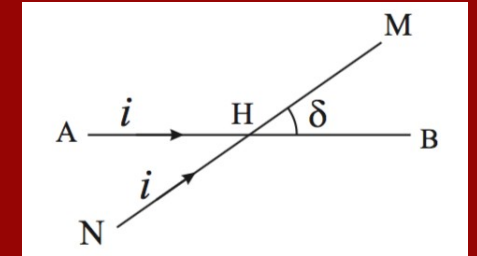
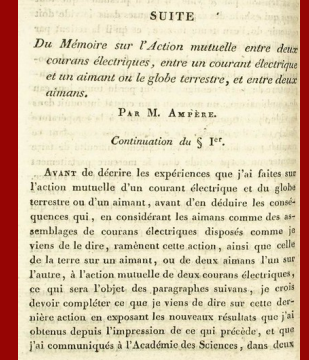
Esperimento di Oersted senza ago magnetico: *action directrice*

1820: *Suite du Memoire sur l'action mutuelle...*

1820: 25 settembre

Esperimento N. 6

Esperimento sul momento torcente tra fili percorsi da corrente elettrica



3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

Azione magnetica di una corrente elettrica: spirale-magnete, spirale-spirale

1820: *Suite du Memoire sur l'action mutuelle...*

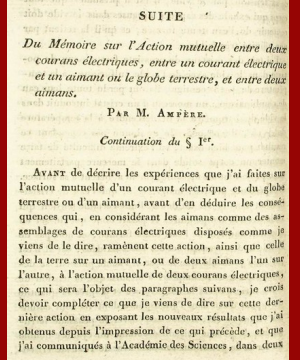
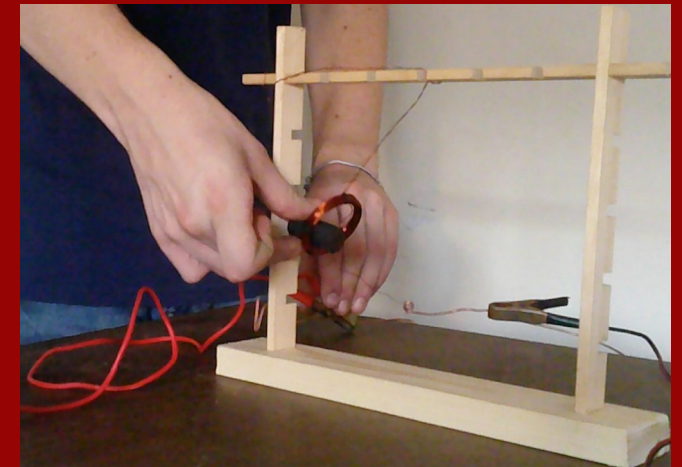
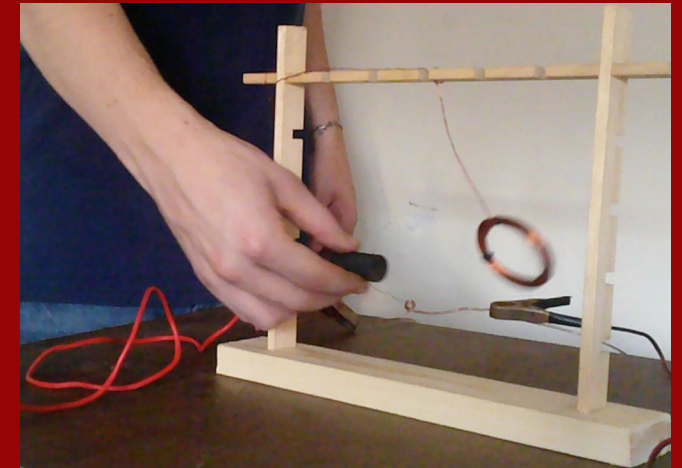
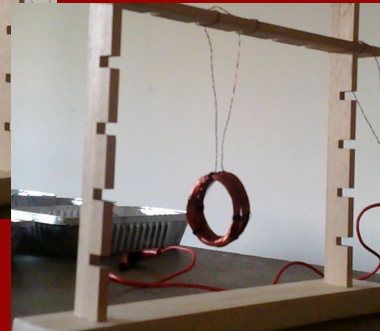
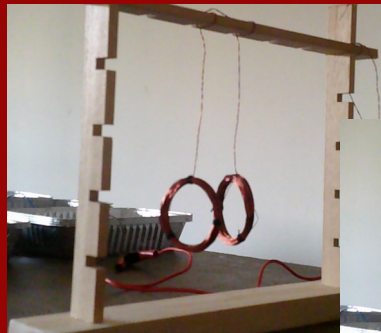
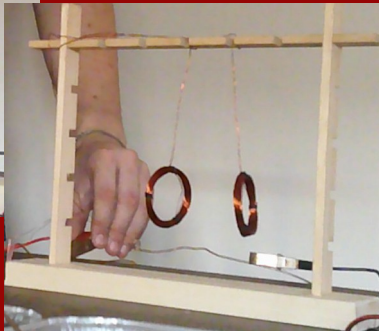
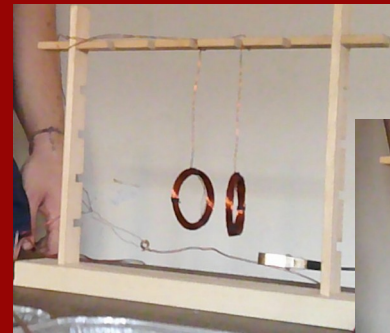
1820: 25 settembre

Esperimenti N. 7

Esperimento con due magneti (attrazione/repulsione)

Esperimento con una spirale percorsa da corrente e un magnete

Esperimento sull'attrazione/repulsione di due spirali percorse da corrente



3. Esperimenti all'Academie



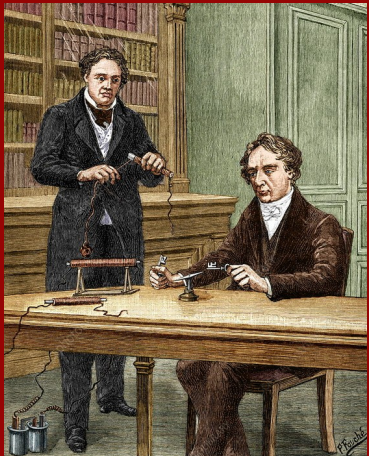
François Arago (1786-1853)

Magnetizzazione per azione di una corrente elettrica

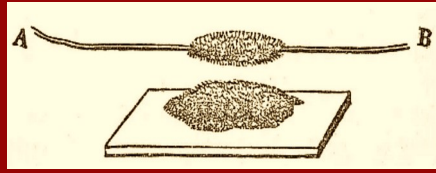
Nel 1820 l'Arago vide, che non solo i fili di ferro dolce e di acciaio divengono magnetici allorchè fanno parte del circuito voltiano, ma ben anco gli altri metalli, e specialmente il rame, l'argento ed il platino sottoposti alla stessa azione. Vide egli pure che la limatura di ferro viene attratta dal filo congiuntivo e che si dispone trasversalmente formando degli anelli concentrici; la quale ricade all'istante che la corrente elettrica si sospende. [...]

Arago ed Ampere collocando degli aghi di acciaio entro spirali formate di fili metallici vestiti di seta, le estremità delle quali comunicavano coi due poli dell'apparato voltiano, ottennero una facile e completa magnetizzazione.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1845)



3. Esperimenti all'Academie



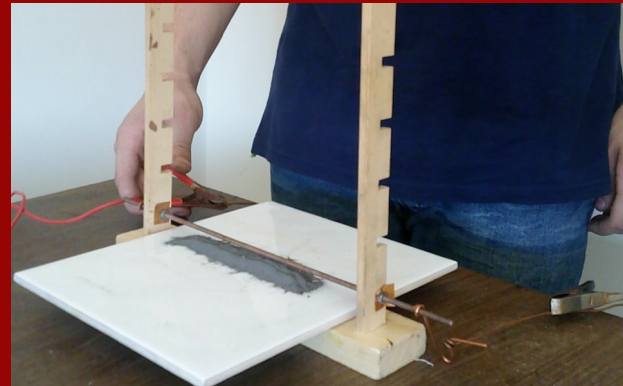
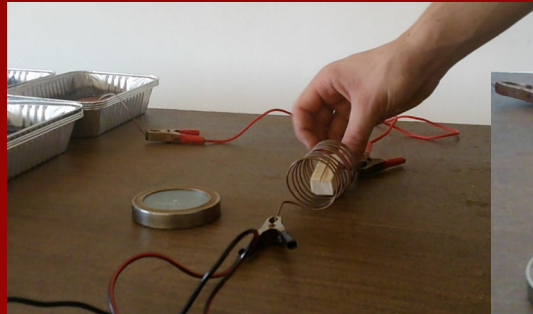
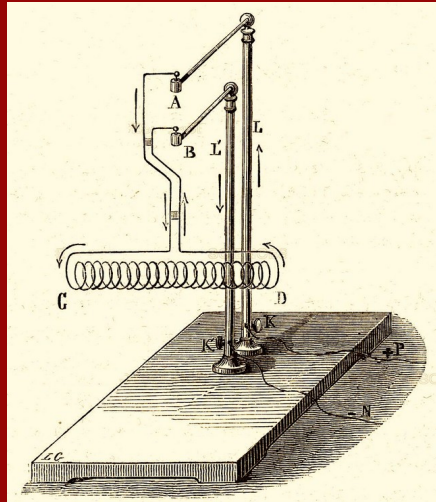
François Arago (1786-1853)
Magnetizzazione per azione di una corrente elettrica

1820: *Experiences relatives à l'aimantation du fer...*

1820: 25 settembre

Esperimenti N. 8

Esperimenti di Arago con un filo percorso da corrente che attira la limatura di ferro (e non di altro materiale)
Esperimenti di Arago con un solenoide



3. Esperimenti all'Academie



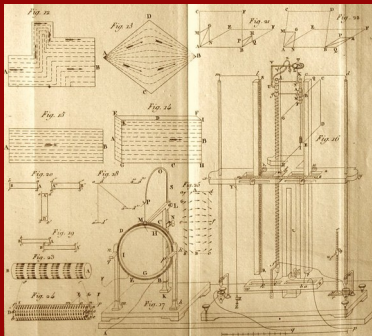
André-Marie Ampère (1775-1836)

Azione magnetica di una corrente elettrica: fili rettilinei

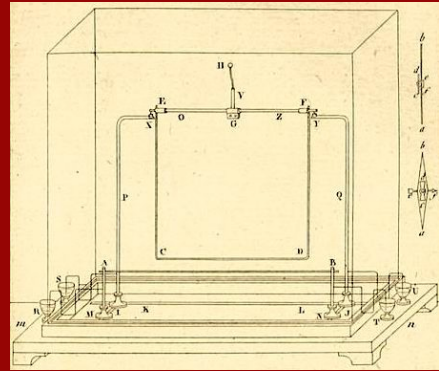
Le azioni reciproche dei conduttori della elettricità si riducono comunemente da' fisici alle seguenti formole, che sono dovute ad Ampere.

- I. Le parti conseguenti di un conduttore rettilineo si respingono [...]. Se due correnti poste in diretto vanno in contrario, devonp attrarsi, e se vanno nel medesimo senso in diretto, devono respingersi.*
- II. Se le correnti sono parallele e dirette nello stesso verso, i conduttori si attraggono.*
- III. Se le ocrrenti parallele hanno direzioni contrarie, i conduttori si respingono.*

Francesco Zantedeschi, *Trattato del Magnetismo e della Elettricità* (1845)



3. Esperimenti all'Academie



André-Marie Ampère (1775-1836)

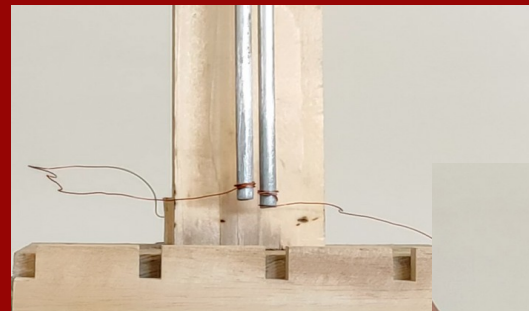
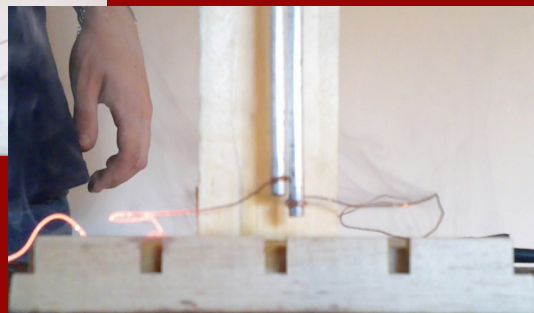
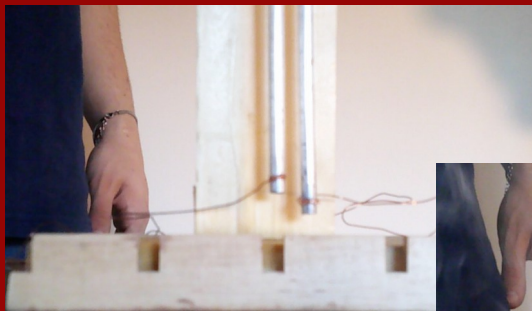
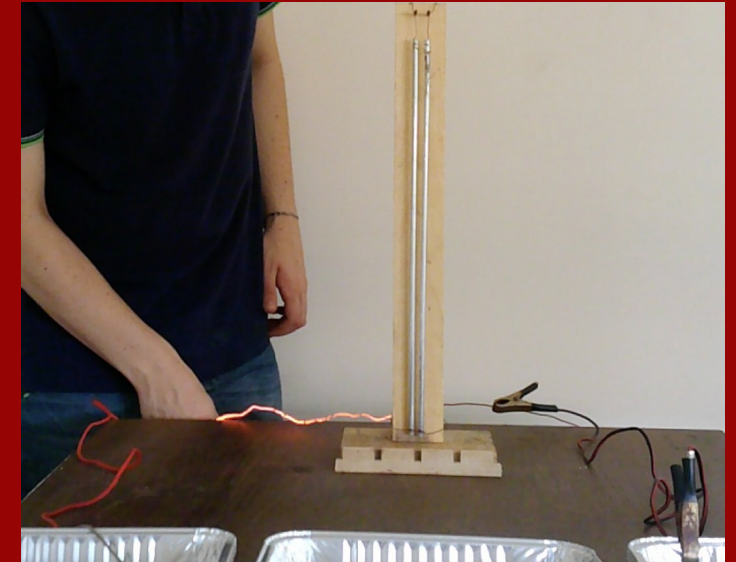
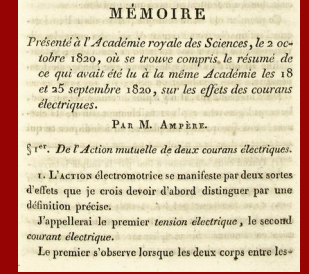
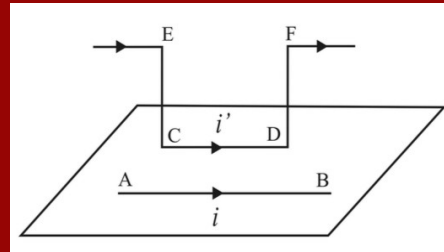
Azione magnetica di una corrente elettrica: fili rettilinei

1820: *Memoire sur les effets des courans electriques*

1820: 25 settembre - 2 ottobre

Esperimento N. 9

Esperimento su attrazione/repulsione di fili rettilinei percorsi da corrente



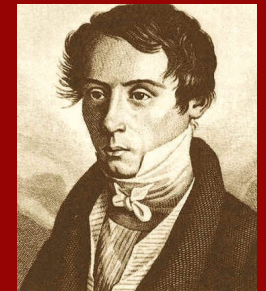
3. Esperimenti all'Accademie

Una breve e parziale cronologia delle scoperte del 1820

- 4 settembre: Arago annuncia la scoperta di Oersted
- 11 settembre: Arago riproduce gli esperimenti di Oersted (E)
- 5-17 settembre: Ampere elimina l'effetto del magnetismo terrestre (E)
La corrente circola anche nella pila (E)
Un ago magnetico viene utilizzato come *galvanometro* (E)
Elettricità in movimento produce magnetismo (T)
Magneti permanenti devono contenere correnti elettriche (T)



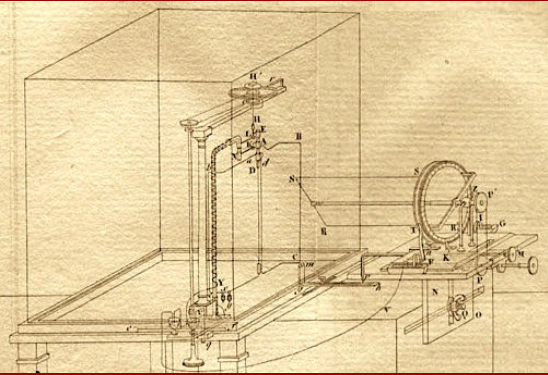
- 18 settembre: Ampere dimostra l'ago astatico (E)
Attrazione/repulsione di un ago magnetico in verticale da un filo percorso da corrente (E)
- 19-21 settembre: Ampere e Fresnel non ottengono effetti magnetici da spirali percorsi da corrente (E)



25 settembre: Ampere ottiene forti attrazioni/repulsioni tra una spirale e un magnete e tra due spirali con una pila potente (E)

This discovery seemed to liberate the phenomena of magnetism from any peculiar power resident in the magnet and to prove its production by electricity alone. [...] It became evident that magnetism could be exerted independent of magnets, as they are usually called, and of any of the means of excitation usually employed, but wholly by electricity, and in any good electrically conducting medium.

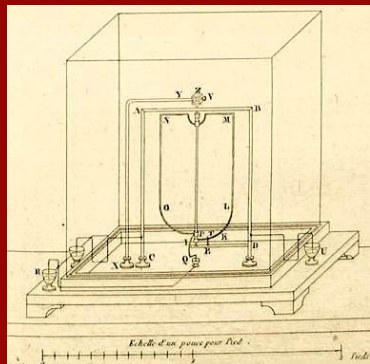
(M. Faraday, *Historical sketch of Electro-magnetism*, 1821)



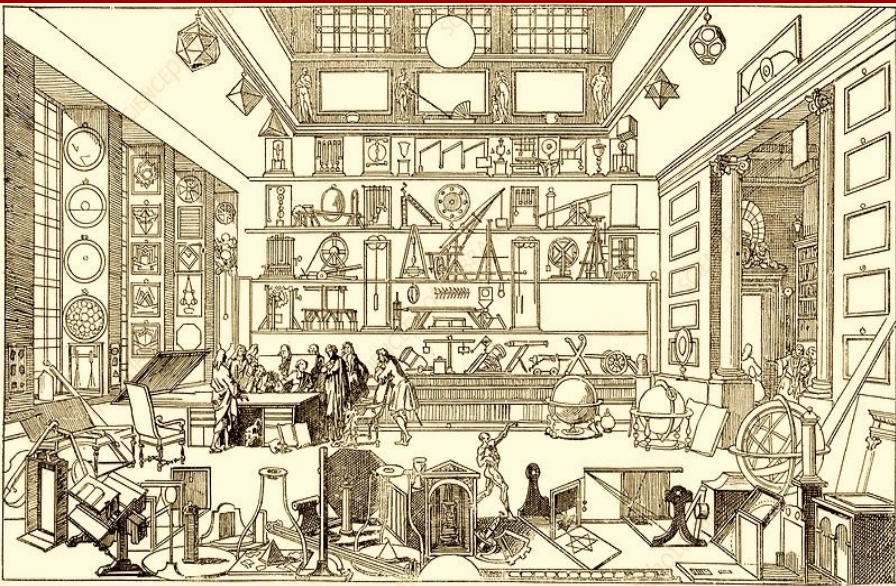
25 settembre: Ampere scopre l'effetto di torsione di un filo percorso da corrente intorno un altro (E)

The contrast between these attractions and repulsions, and those usually called electrical, are very striking. These take place only when the circuit is completed: those only when it is incomplete. The attractions take place between the similar ends of the wires, and the repulsions between the dissimilar ends; but the electrical attractions take place between dissimilar ends, and the repulsions between similar ends. [...] When the magnetic attraction brings the two wires together, they remain in contact; but when electrical attraction brings two bodies together, they separate after contact.

(M. Faraday, *Historical sketch of Electro-magnetism*, 1821)



25 settembre: Arago dimostra che un filo percorso da corrente magnetizza la limatura di ferro (E)
Ampere suggerisce ad Arago di utilizzare una spirale per magnetizzare un ago; riuscendovi (E)



25 settembre - 2 ottobre: Ampere scopre l'attrazione/repulsione tra fili rettilinei e paralleli percorsi da corrente (E)

9 ottobre: Ampere discute delle differenze tra attrazione/repulsione di correnti e attrazioni/repulsioni ordinarie con elettricità statica (T)

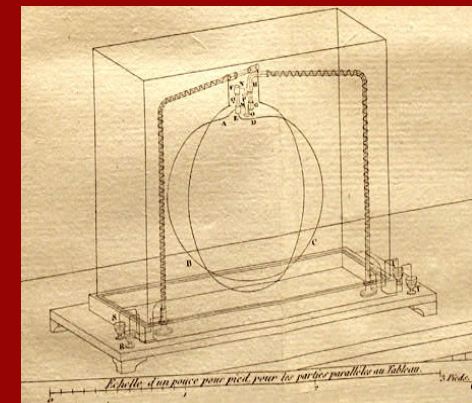
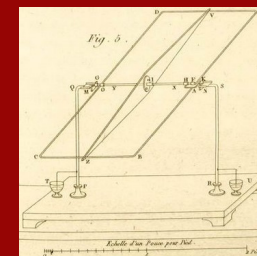
Boisgiraud effettua varianti dell'esperimento di Oersted con diverse celle e fili (E)

16 ottobre: Ampere discute la magnetizzazione di un lungo filo percorso da corrente ottenuta da Arago (T)

30 ottobre: Ampere annuncia la scoperta dell'azione direttrice del magnetismo terrestre su una spira percorsa da corrente (T,E)
Biot e Savart determinano la legge che regola l'azione tra un filo percorso da corrente e corpi magnetizzati (E)



6 novembre: Ampere discute l'interazione tra due spirali percorse da corrente (T)
Una spirale si comporta come un ago magnetico (E)



6 novembre: Arago magnetizza limatura di ferro mediante elettricità comune (E)

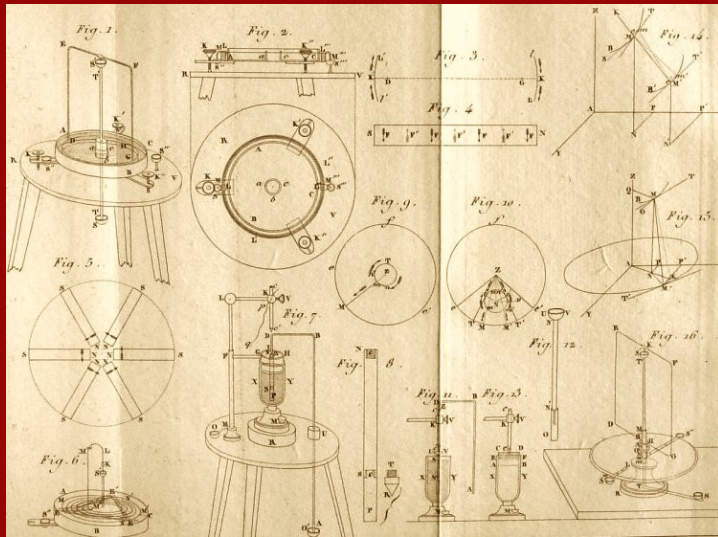
These experiments are very important, as identifying voltaic and common electricity, though few, I believe, still retain doubts on this point, and, also, as proving the magnetic phenomena not to depend upon this or that mode of exciting the electricity, but constantly to accompany it when moving.

(M. Faraday, *Historical sketch of Electro-magnetism*, 1821)

6 novembre: Fresnel dimostra l'inconsistenza degli esperimenti (Ritter) sul presunto magnetismo che produrrebbe elettricità capace di decomporre l'acqua (o altri effetti elettrochimici) (E)

13 novembre: Lehot riafferma la convinzione sulla decomposizione dell'acqua indotta dal magnetismo (T)
Ampere effettua esperimenti (negativi) su effetti elettrochimici indotti da una spirale sotto l'azione del magnetismo terrestre

...



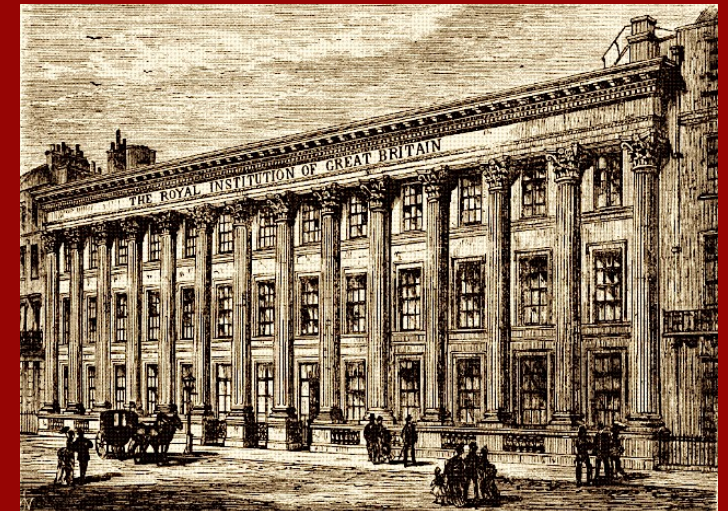
4. La risposta oltremantica



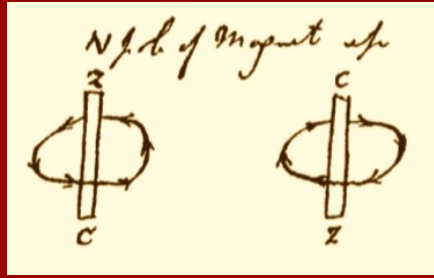
Michael Faraday (1791-1867)

Il motore elettro-magnetico è nel suo nascere, e nello stato attuale delle nostre cognizioni non siamo in grado di assegnare confini agli effetti utili, che si potranno ottenere da questa nuova forza.

Francesco Zantedeschi, Trattato del Magnetismo e della Elettricità (1845)



4. La risposta oltremantica



Michael Faraday (1791-1867)

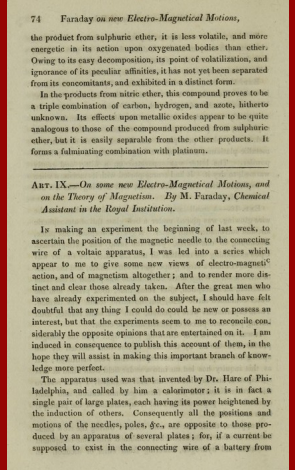
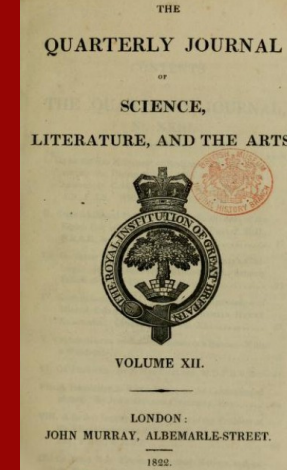
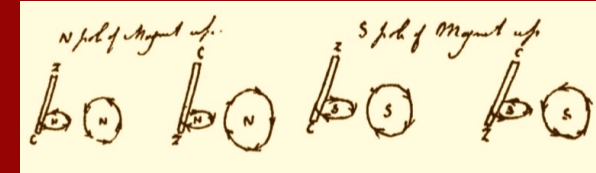
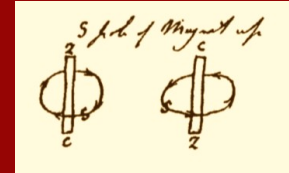
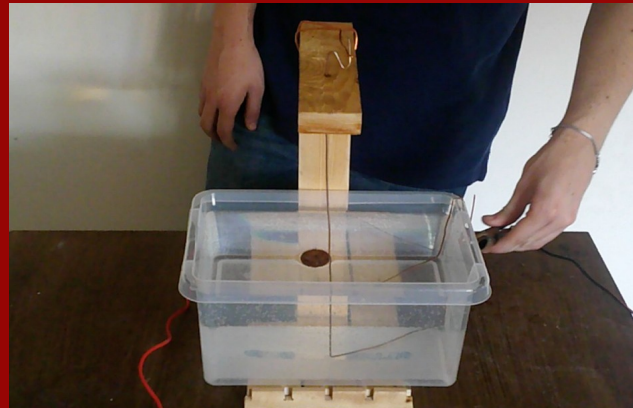
Rotazione elettromagnetica: rivoluzioni intorno ad un filo

1821: *On some new Electro-Magnetical Motions...*

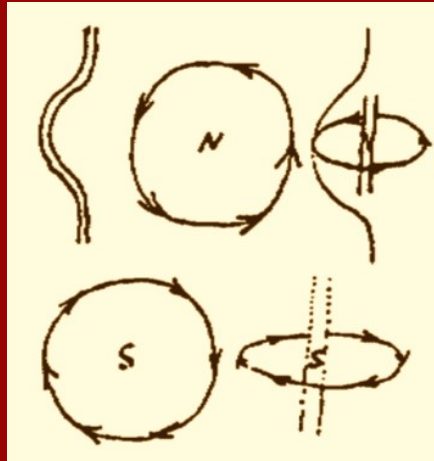
1821: 3-10 settembre

Esperimenti N. 10

Esperimenti con un ago magnetico galleggiante che ruota intorno ad un filo percorso da corrente



4. La risposta oltremantica



Michael Faraday (1791-1867)

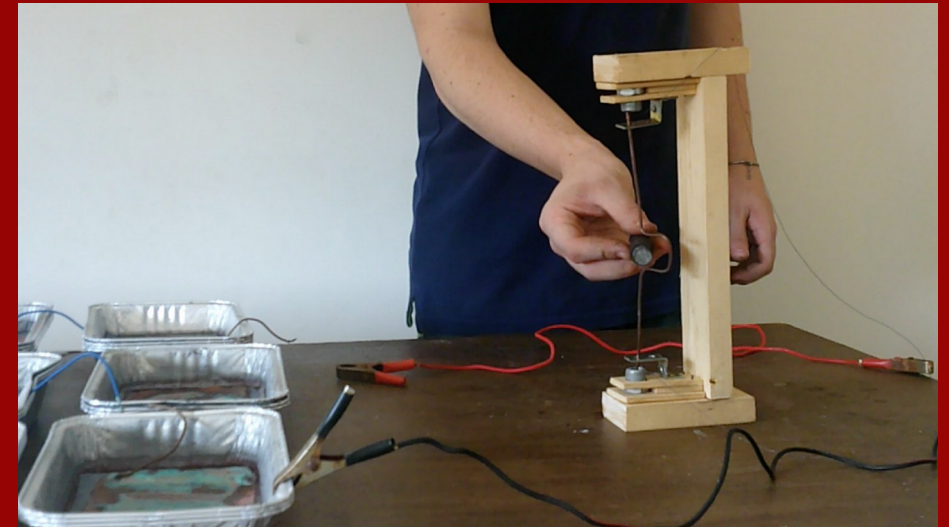
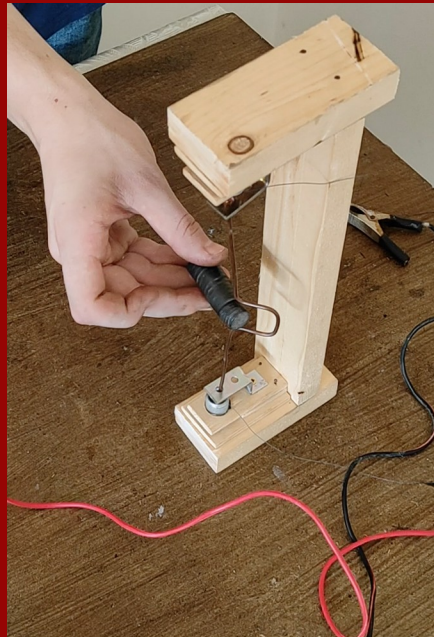
Rotazione elettromagnetica: rivoluzioni intorno ad un magnete

1821: *On some new Electro-Magnetical Motions...*

1821: 3-10 settembre

Esperimenti N. 11

Esperimenti con un filo percorso da corrente piegato a gomito che ruota in presenza di un magnete (in diverse posizioni)



74 Faraday on new Electro-Magnetical Motion,
the product from sulphuric ether, it is less volatile, and more energetic: in its action upon oxygenated bodies than others. Owing to its easy decomposition, its point of volatilisation, and ignorance of its peculiar affinities, it has not yet been separated from its concomitants, and exhibited in a distinct form.
In the products from nitric ether, this compound proves to be a triple combination of carbon, hydrogen, and azote, hitherto unknown. Its effects upon metallic oxides appear to be quite analogous to those of the compound produced from sulphuric ether, but it is easily separable from the other products. It forms a fascinating combination with platinum.

ART. IX.—On some new Electro-Magnetical Motions, and on the Theory of Magnetism. By M. Faraday, Chemical Assistant in the Royal Institution.

In making an experiment the beginning of last week, to ascertain the position of the magnetic needle to the connecting wire of a voltaic apparatus, I was led into a series which appear to me to give some new views of electro-magnetic action, and of magnetism altogether; and to render more distinct and clear those already taken. After the great men who have already experimented on the subject, I should have felt doubtful that any thing I could do could be new or possess an interest, but that the experiments seem to me to reconcile considerably the opposite opinions that are entertained on it. I am induced in consequence to publish this account of them, in the hope they will assist in making this important branch of knowledge more perfect.

The apparatus used was that invented by Dr. Hare of Philadelphia, and called by him a calorimeter; it is in fact a single pair of large plates, each having its power heightened by the induction of others. Consequently all the positions and motions of the needles, poles, &c., are opposite to those produced by an apparatus of several plates; for, if a current be supposed to exist in the connecting wire of a battery from

xi. The effort of the wire is always to pass off at a right angle from the pole, indeed to go in a circle round it; so when either pole was brought up to the wire perpendicular to it and to the radius of the circle it described, there was neither attraction nor repulsion, but the moment the pole varied in the slightest manner either in or out the wire moved one way or the other.

4. La risposta oltremanica

Michael Faraday (1791-1867)

Rotazione elettromagnetica: motore elettrico

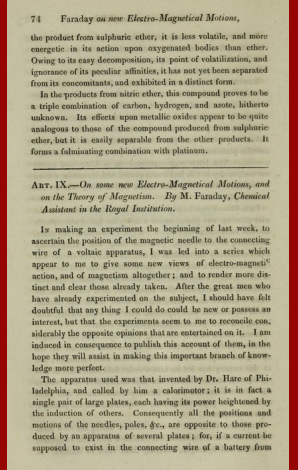
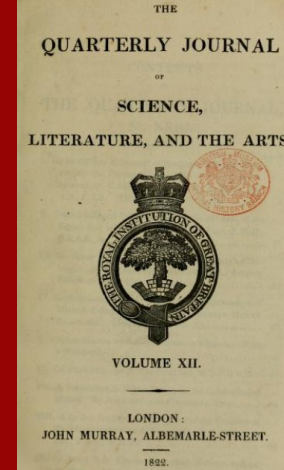
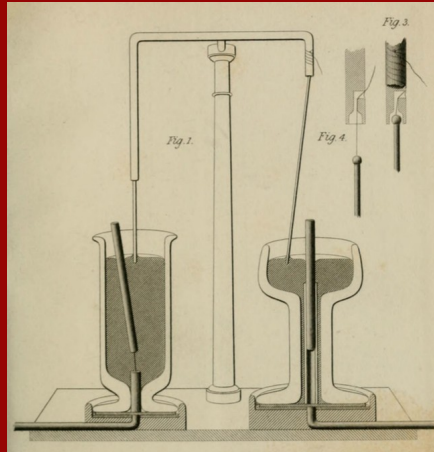
1821: *On some new Electro-Magnetical Motions...*

1821: 3-10 settembre

Esperimenti N. 12

Costruzione del primo apparato di motore elettrico

Costruzione del piccolo apparato per il moto rotatorio



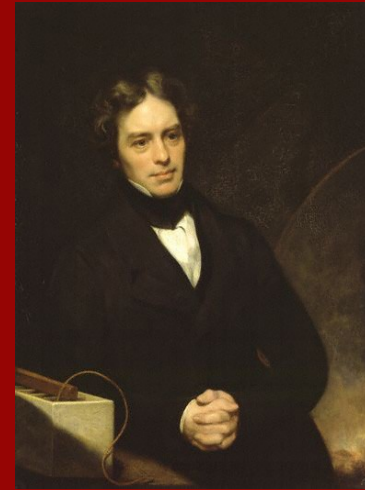
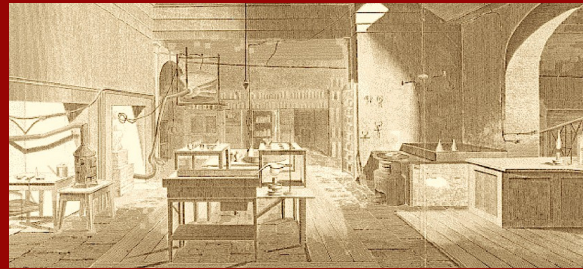
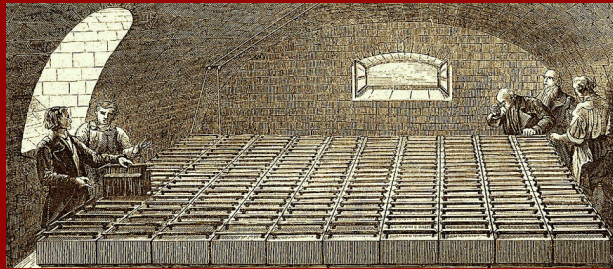
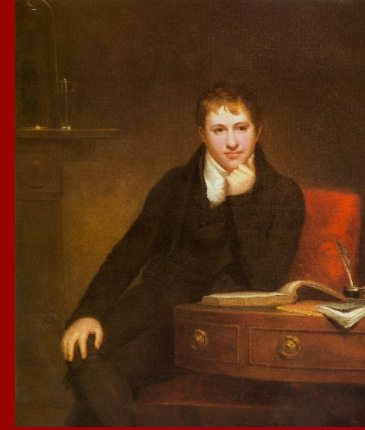
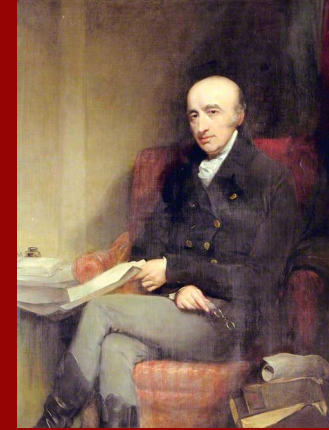
4. La risposta oltremanica

Una breve e parziale cronologia delle scoperte del 1820-21

1820

Agosto: Wollaston riproduce gli esperimenti di Oersted

Ottobre: Esperimenti di Davy assistito da Faraday:
limatura di ferro intorno al filo (e intorno a due fili paralleli);
magnetizzazione di aghi d'acciaio;
(non) effetti magnetici prodotti da elettricità comune



Novembre: Esperimenti di Davy e Wollaston:

distribuzione spaziale dell'azione elettromagnetica con limatura di ferro (*cylindrical clump*);
revolution of magnetism intorno al filo (aghi d'acciaio in circolo intorno a un filo percorso da corrente sono magnetizzati da una bottiglia di Leida)

9 novembre: lettera di Ampere alla Royal Society

30 novembre: Oersted viene insignito della Copley Medal



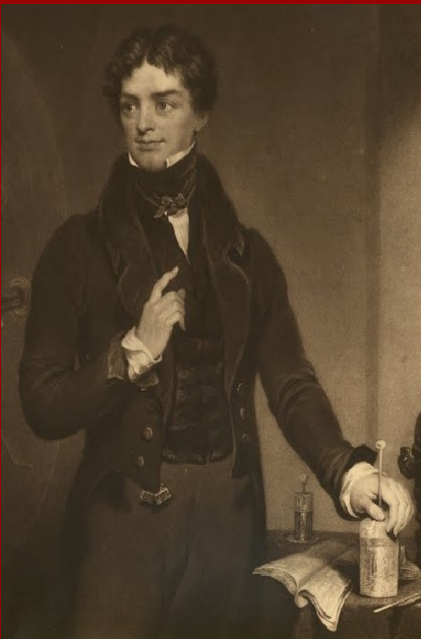


1821

11 gennaio: memoria di Ampere (ACP) alla Royal Society
Marzo-aprile: Esperimenti (negativi) di Davy e Wollaston (con Faraday) per osservare la rotazione di un filo intorno al suo asse
Esperimenti di Davy assistito da Faraday: deviazione magnetica dell'arco elettrico (attrazione/repulsione *with a rotatory motion*)

Luglio: Faraday inizia lo studio per l'*Historical sketch of electro-magnetism*, replicando molti esperimenti (completato a fine agosto)

5 luglio: Davy presenta alla Royal Society: *On the magnetic phenomena produced by electricity, and their relation to heat*



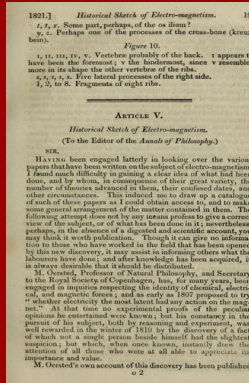
3 settembre: Faraday: rotazione di un filo intorno ad un polo magnetico

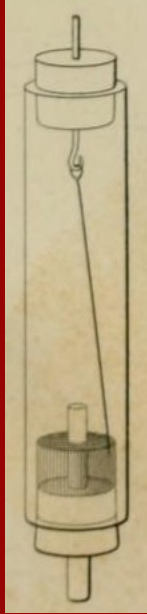
4 settembre: Rotazione di un polo magnetico intorno ad un filo
Interazioni tra più fili e più poli magnetici

5 settembre: Interazione tra una bobina mobile e uno o più poli magnetici
Azione di una bobina su un ago magnetico fluttuante

6 settembre: Allineamento di una bobina sotto l'azione del magnetismo terrestre
Azione di una spira su un ago magnetico fluttuante
Confronto degli effetti magnetici di una bobina e di una sbarra magnetica

7 settembre: Effetti del magnetismo terrestre (orientamento ed elevazione) su un filo rettilineo percorso da corrente





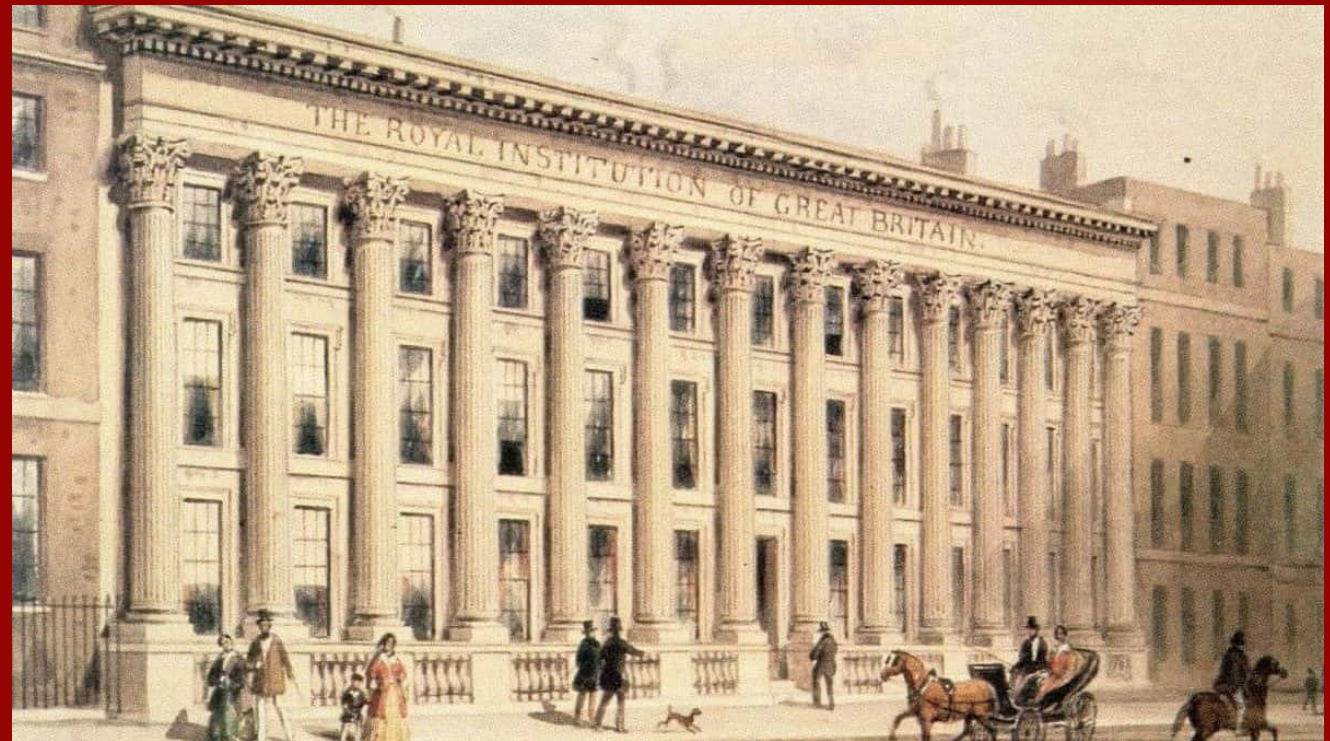
8 settembre: Determinazione della posizione dei poli in magneti di diversa forma

10 settembre: Confronto tra gli effetti (su moto e su limatura di ferro) di magneti permanenti e diversi elettromagneti

Fine settembre: Newman termina la costruzione del *demonstration apparatus* progettato da Faraday per la rotazione magnetica

metà ottobre: *Pocket rotator* per la rotazione magnetica (esemplari spediti a diversi ricercatori in Europa)

21-25 dicembre: Esperimenti sugli effetti rotatori provocati dal magnetismo terrestre



Grazie per l'attenzione!