

Fizyka oświecenia

część 2

Elektryczność i magnetyzm od Gilberta do Volty

Ważniejsze daty z historii elektryczności

1600 Gilbert *versorium*, elektryki, nieelektryki



1629 Cabeo odpychanie elektryczne

1660 Guericke maszyna elektrostatyczna (kula z siarki),
odpychanie elektryczne i przewodzenie



1705 Hauksbee maszyna elektrostatyczna (kula szklana)

1729 Gray ruch elektryczności (do około 300 m)

1733 Dufay dwa rodzaje elektryczności: szklana i żywiczna



1739 Desaguliers przewodniki i izolatory



Ważniejsze daty z historii elektryczności

1745 Kleist
Musschenbroek
Cunaeus



butelka lejdejska

1746 Watson jeden fluid elektryczny
1747 Franklin jeden fluid elektryczny



1759 Symmer dwa fluidy elektryczne
1752 Franklin piorunochron
1775 Volta elektrofor

1785 Coulomb



$$F \sim Q_1 Q_2 / r^2$$

(1746 Kratzenstein,
1760 D. Bernoulli,
1766 Priestley,
1769 Robison,
1772 Cavendish)

1791 Galvani



elektryczność zwierzęca

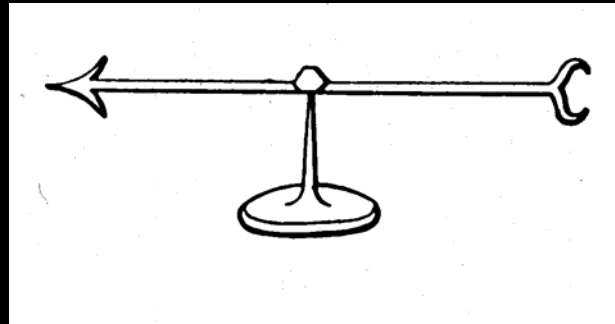
1800 Volta



napięcie kontaktowy, stos elektryczny

William Gilbert - *De magnete* (1600)

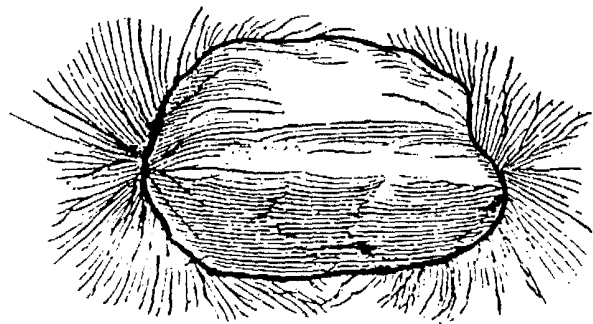
Pierwsze systematyczne badania naelektryzowania ciał przy użyciu *versorium*



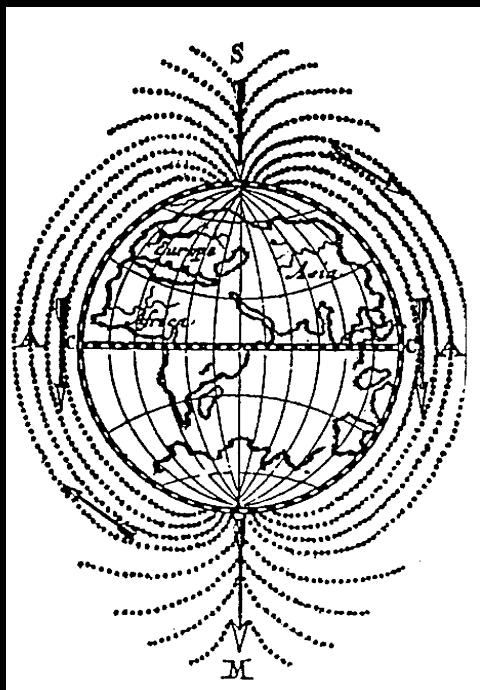
„elektryki” : bursztyn, gagat, diament, szafir, opal, ametyst, beryl, kryształ górski, rubin, granat, siarka, aury pigment, szkło, twarda żywica, sól kuchenna, wosk, błyszcz antymonu, ałun, mika...

„nieelektryki”: wszystkie metale, alabaster, agat, marmur, perły, kość słoniowa, korale, porfir, szmaragd, chalcedon, jaspis, szmergiel, krwawnik, porfir, krzemień, kości, najtwardsze drewno (cedr, cyprys, jałowiec)...

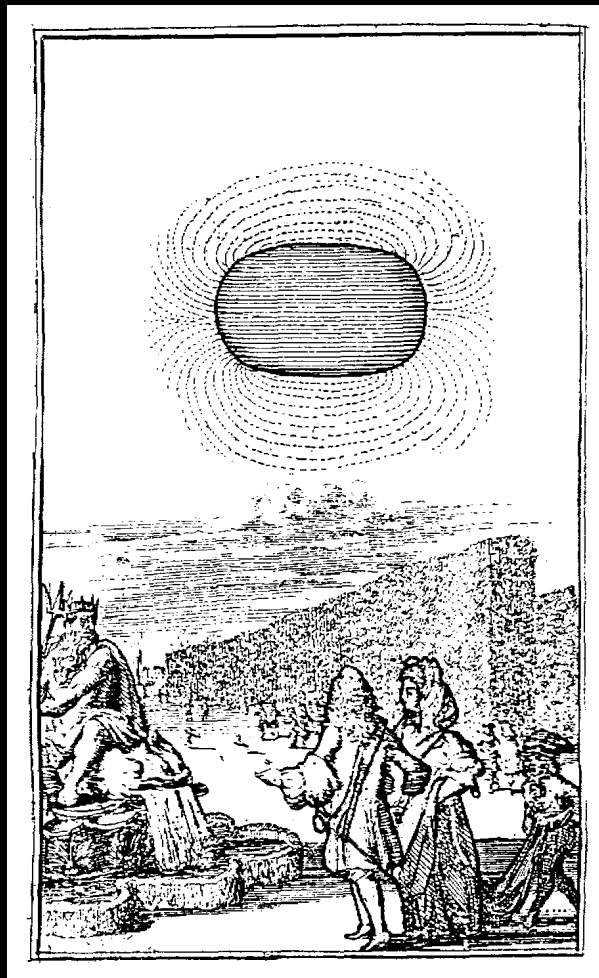
Wczesne graficzne przedstawienia pola magnetycznego



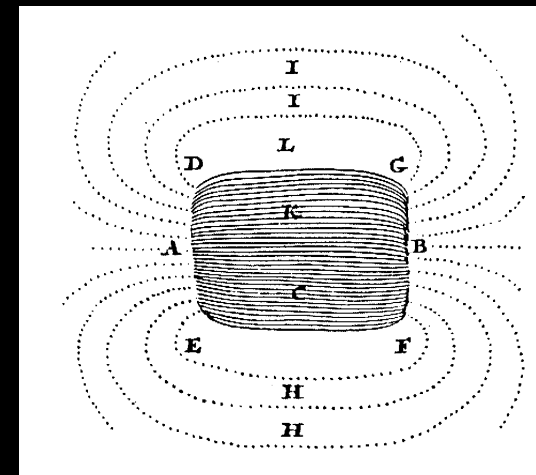
Cabeo (1629)



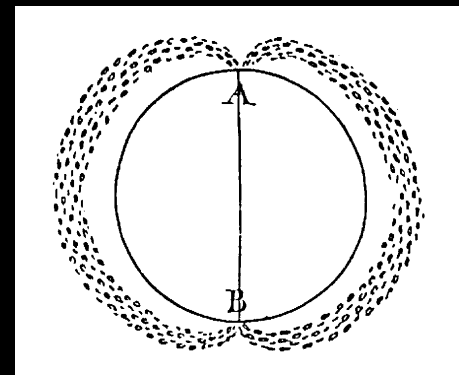
Vallemont (1696)



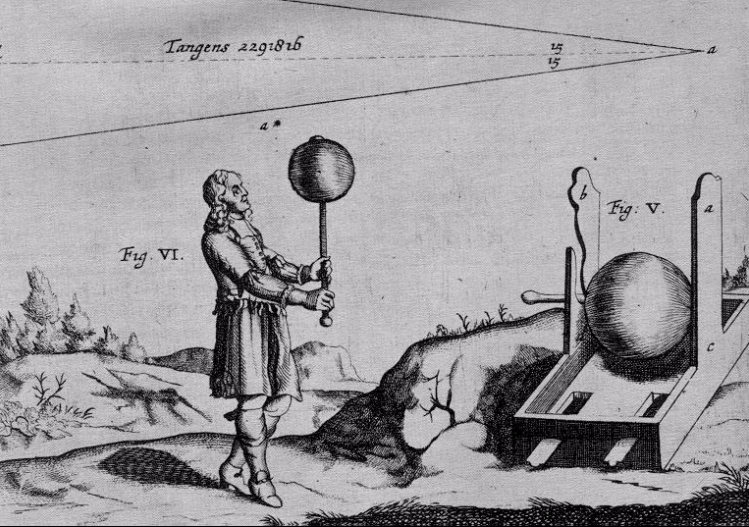
Dalencé (1687)



Rohault (1671)



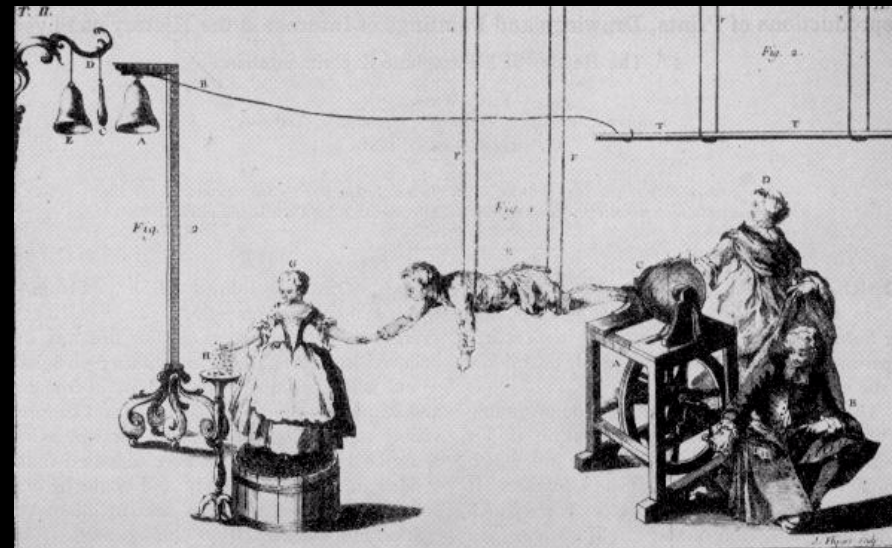
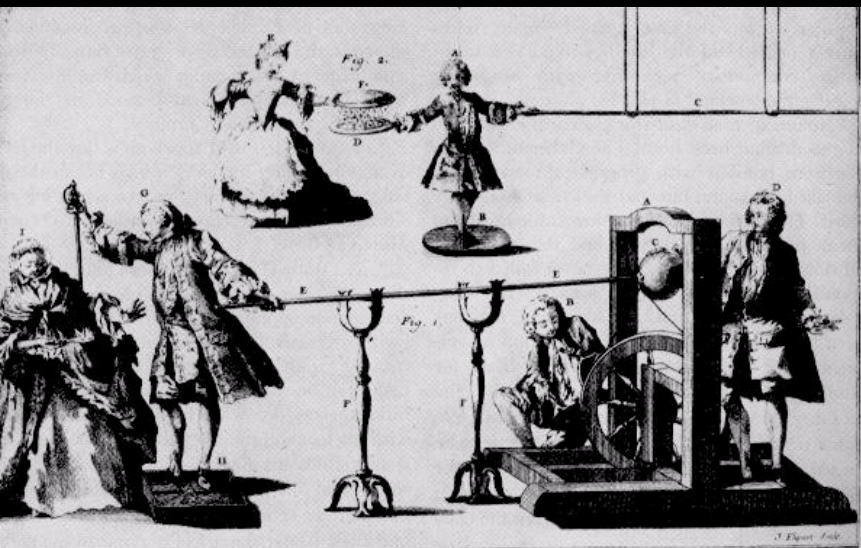
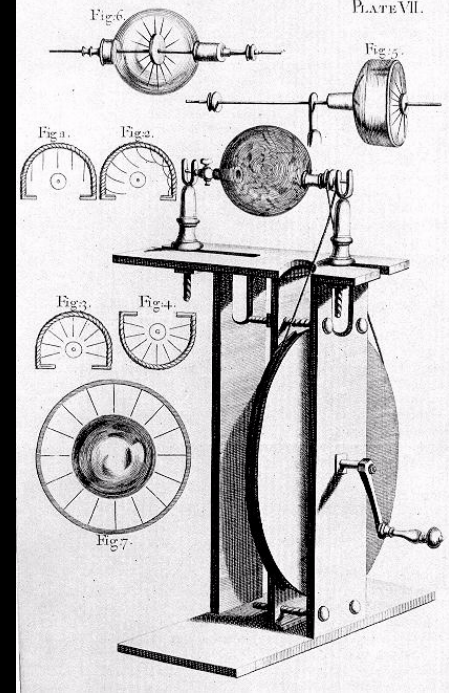
Lana (1692)



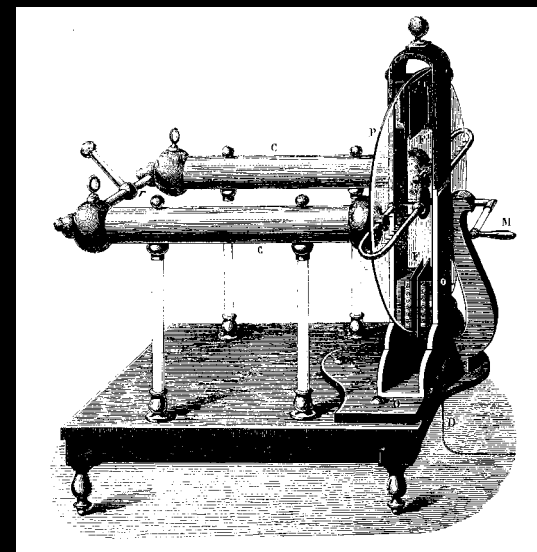
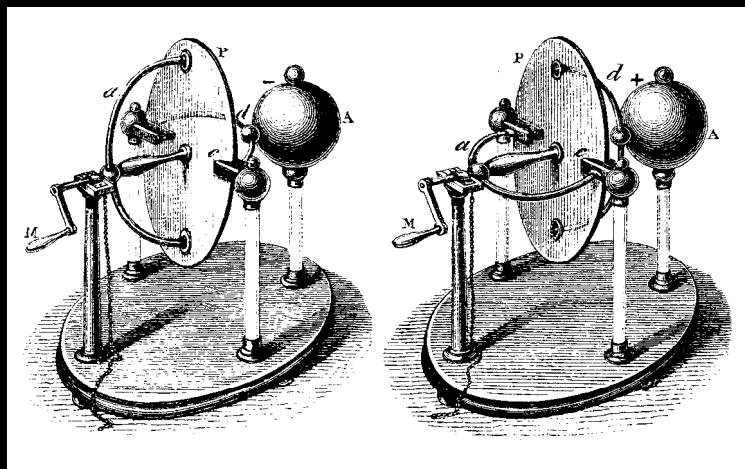
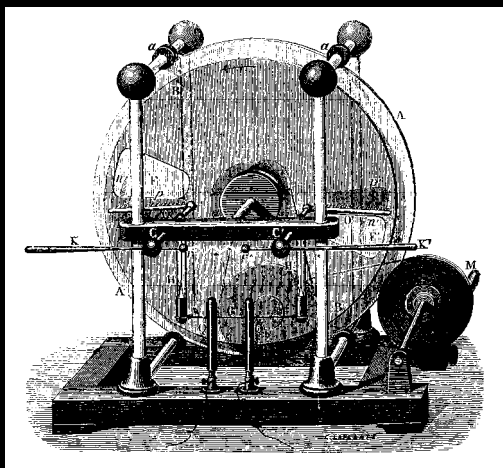
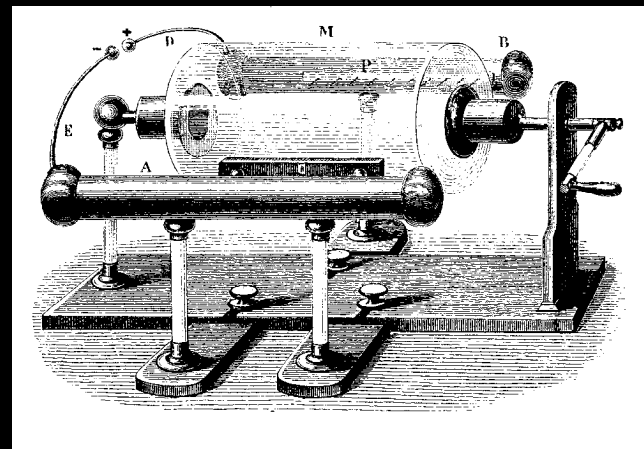
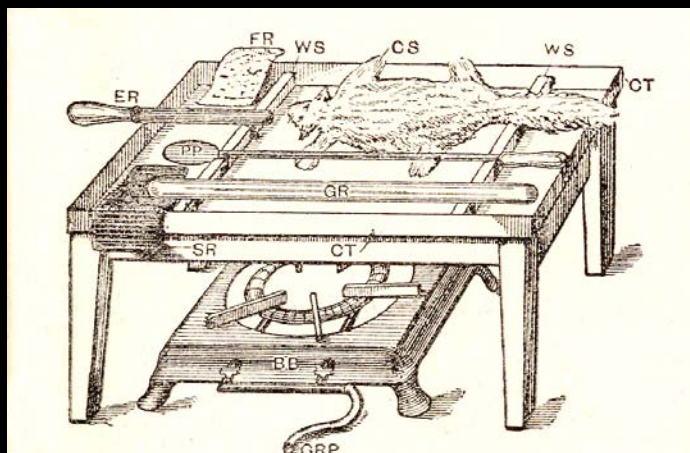
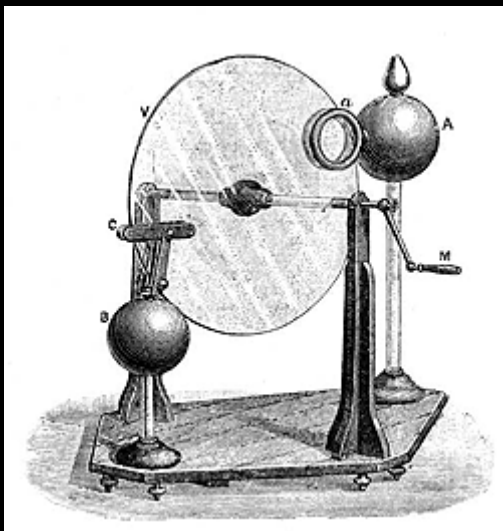
**Kula z siarki
Guericke (1660)**

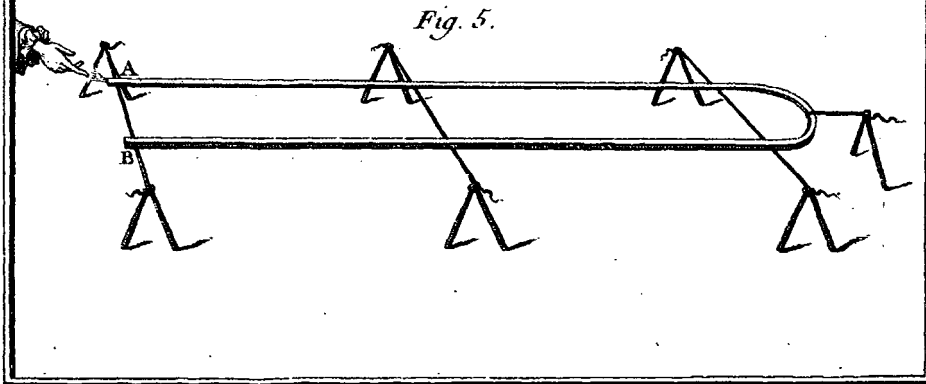
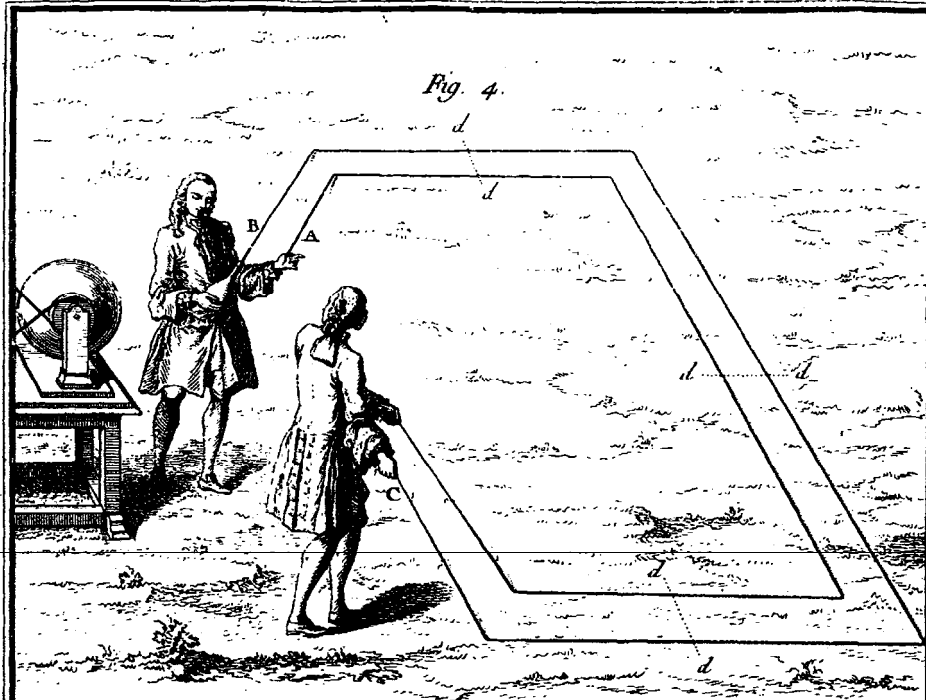
Maszyny elektrostatyczne

**Kula szklana
Hauksbee (1705)**



Różne typy maszyn elektrostatycznych





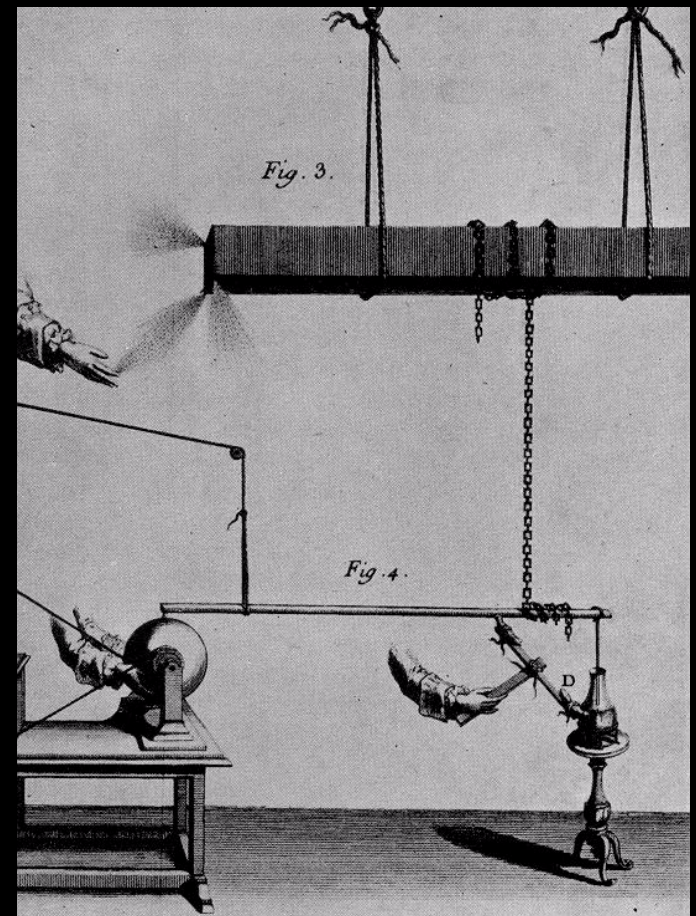
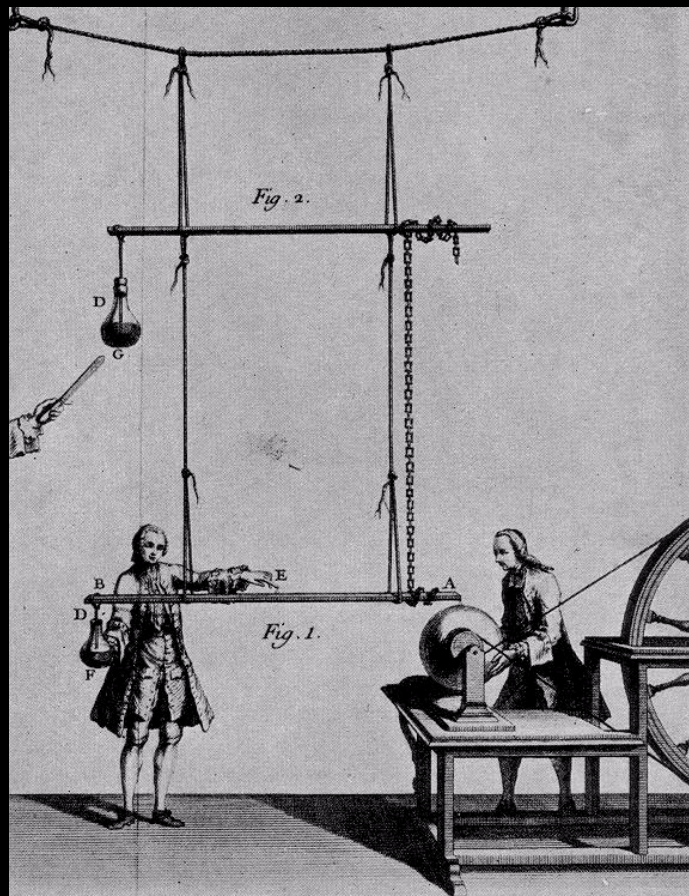
Próba pomiaru
prędkości rozchodzenia
się elektryczności
Paryż 1746 r.

Butelka lejdejska (1745)

Ewald von Kleist (Kamień Pomorski)

Pieter van Musschenbroek

Andreas Cunaeus (Lejda)



„Chcę Panu opowiedzieć o nowym lecz strasznym eksperymencie, którego nie radzę próbować; także ja, który go wykonałem i przeżyłem dzięki łasce Boga, nie powtórzę go nawet za całe królestwo Francji. Prowadziłem pewne badania nad siłą elektryczności i w tym celu zawiesiłem na dwóch błękitnych sznurach jedwabnych rurę żelazną AB, która otrzymywała elektryczność przez kontakt z kulą szklaną obracaną szybko wokół osi i pocieraną przy tym rękami. Na drugim końcu B wisiał swobodnie drut miedziany, którego koniec znajdował się w okrągłej flasce szklanej D, częściowo wypełnionej wodą; trzymałem tę flaszkę w swej prawej ręce F, a drugą ręką E starałem się wydobyć iskry z naelektryzowanej rury żelaznej.”



*Musschenbroek do Réaumura,
20 stycznia 1746 r.*



„Nagle moja prawa ręka F doznała tak gwałtownego wstrząśnięcia, że całe moje ciało odczuło to jakby uderzenie piorunem...dłoń i całe ciało są porażone w tak straszny sposób, że nie mogę tego wyrazić; jednym słowem, sądziłem, że ze mną już koniec... Dowiedziałem się tyle o elektryczności, że osiągnąłem punkt, gdzie nie rozumiem niczego i niczego nie potrafię wyjaśnić.”



*Musschenbroek do Réaumura,
20 stycznia 1746 r.*





Benjamin Franklin
(1706-1790)

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 collected into one Volume,

AND
Illustrated with COPPER PLATES.

L O N D O N :

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

MDCCLXIX.

„Materia elektryczna składa się z cząstek niezmiernie subtelnych, ponieważ może przenikać przez materię zwykłą, nawet przez najgęstsze metale z taką swobodą i łatwością, jakby nie doznawała widocznego oporu. Jeśli ktokolwiek wątpiłby w to, że materia elektryczna przenika przez substancję ciał, a rozchodzi się tylko po ich powierzchniach, to przekona go prawdopodobnie uderzenie przy dotknięciu dużej naładowanej butelki lejdejskiej.”



Benjamin Franklin, *Experiments and Observations on Electricity* (1751)

„Materia elektryczna różni się tym od materii zwykłej, że cząstki tej ostatniej nawzajem się przyciągają, a cząstki pierwszej nawzajem się odpychają. To właśnie powoduje widoczną rozbieżność wpływów elektrycznych. Chociaż cząstki materii elektrycznej odpychają się nawzajem, to jednak są one silnie przyciągane przez każdą inną materię.

Z tych trzech rzeczy: nadzwyczajnej subtelności materii elektrycznej, wzajemnego odpychania się jej cząstek i silnego przyciągania między nimi i inną materią, wynika, że jeśli przekazać pewną ilość materii elektrycznej masie materii zwykłej o jakiegokolwiek wielkości czy długości (która jeszcze nie posiada w sobie elektryczności), to materia elektryczna rozejdzie się natychmiast równomiernie w całej masie.”

„Zatem materia zwykła jest rodzajem gąbki dla fluidu elektrycznego. Gąbka nie nasiąkałaby wodą, gdyby cząstki wody nie były mniejsze niż pory gąbki, nasiąkałaby powoli, gdyby nie istniało przyciąganie między cząstkami wody i cząstkami gąbki, nasiąkałaby szybciej, gdyby przyciąganie wzajemne między cząstkami wody nie stawało temu na przeszkodzie, gdyż trzeba użyć pewnej siły, aby je od siebie odłączyć; wreszcie, nasiąkanie byłoby szybsze, gdyby zamiast przyciągania zachodziło wzajemne odpychanie między cząstkami wody, które współdziałałoby przyciąganiu przez gąbkę. Tak właśnie ma się rzecz z materią zwykłą i materią elektryczną.”

Benjamin Franklin, *Experiments and Observations on Electricity* (1751), cd.

„Ale materia zwykła zawiera ogólnie tyle materii elektrycznej, ile może się pomieścić w jej substancji. Jeśli dodać jej więcej, to nadmiar pozostaje na powierzchni i tworzy to, co nazywamy atmosferą elektryczną; mówimy wtedy, że ciało jest naelektryzowane...

Wiemy, że fluid elektryczny jest zawarty w materii zwykłej, ponieważ możemy go stamtąd wypompować za pomocą kuli lub rury. Wiemy, że materia zwykła zawiera tego fluidu tyle mniej więcej, ile może go utrzymać, gdyż jeśli dodamy go nieco więcej, to nadwyżka nie wchodzi do wewnątrz materii, lecz tworzy atmosferę elektryczną. Wiemy wreszcie, że materia zwykła nie posiada (ogólnie) więcej materii elektrycznej, niż może zawierać, gdyż inaczej cząstki niezwiązane odpychałyby się wzajemnie, co czynią stale, gdy mają atmosferę elektryczną.”

„Pomiędzy rozmaitemi przypuszczeniami o naturze płynu elektrycznego, dwa są znakomitsze, które w ciągu tej nauki służyć mogą za zasadę do wytłómaczenia rozmaitych elektrycznych objawień. Pierwsze podług Franklina odnosi się do tego początku, że ciała mogą przyjąć więcéy elektryczności aniżeli do nasycenia ich doskonałego potrzeba, przeto okażą znaki działania wolnego płynu przez nadmiar czyli w stanie dodatnim; mogą znowu mieć go mniéy a wtenczas są naelektryzowane przez ubytek czyli że są w stanie ujemnym. Przypuszczenie to jakkolwiek naturalne, niewystarcza niekiedy na wytłómaczenie rozmaitych zdarzeń przyciągania i odpychania i dla tego kładniemy tu podług myśli Symmera drugie mniemanie o naturze tego płynu.”

Jan Wolski - *Fizyka stosownie do terażniéyszego stanu wiadomości krótko zebrana*, Warszawa, 1817

„Podług niego zjawienia elektryczne są skutkiem rozkładu materji elektrycznéy naturalnie w ciałach zawartéy. Ta materja składa się z dwóch osobnych początków materyalnych, jey płyn udzielny, tworzą te dwa początki, razem złączone mocą powinowactwa albo atrakcyi wzajemnéy, ale mogą je znowu rozłączać jeden od drugiego, różne nasze processa z ciałami: wtenczas ciało zostawszy przy jednym tylko z tych pierwiastkow, dodatnim lub ujemnym, czyli jak inni nazywają przy elektryczności szklannéy lub smolnéy, okazuje znaki wolnego płynu.”

Jan Wolski - *Fizyka stosownie do terażniéyszego stanu wiadomości krótko zebrana*, Warszawa, 1817

INFORMACYA MATEMATYCZNA

rozumnie ciekawego

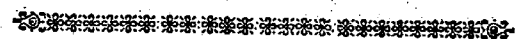
POLAKA

Świat cały, Niebo, y ziemię,
y co na nich jest,

w trudnych kwestyach y praktyce,
icemuż ułatwiająca.

Przez *X. WOYCIECHA BYSTRZONOWSKIEGO*
Teologa Societatis JESU.

do druku podana Roku 1743.



W Drukarni Łabelskiej Societatis JESU.

Siodmy jest *piorun*: a jest exhalacya gorąca, sucha, tęga, zpiekła zapalona chmurę rozrywająca, y z impetem zniey wypadająca. Piorunow jest rozmaita dzielność y skutek; iedne złoto tylko smolą y topią, drugie żelazo lub inne metale. Jedne palą, drugie tylko rozwalają y smolą. Te rzeczy twarde kruszą, inne rzeczy międkie niszczą, likwory wyfuszą. Co wszystko pochodzi z różnicy humorow, waporow y exhalacyi ziemnych, które według wrodzoney natury, sympatyj lub antypatyj skutki spawują.

Sposoby uchronienia się piorunu są różne. Od tych które czasem pochodzą z nąstania od Mocarstwa nad powietrzem, to jest biesła, chwalebne są krzyżem S. zegnania, wodą święconą kropienia, ziela święconego kurzenie, gromnic palenie, dzwonicie, modlitw do tego służących mówienie, Świętych Pańskich, Aniołów dobrych wzywianie, iako większą moc nad stworzeniem małych, niżeli bies dokazywać może. Gdyż bies rzeczy Świętych przez wezwanie Jmienia Boskiego, iako przeciwny chwale Boskiej, onych się wzdryga y moc traci. Wszak y od *Sary* za rozkazem Anielskim przez *Tobiasza* kurzeniem rybiey wątroby odpędzony. Dzwiekiem lutni *Dawidowej* od *Saula* był śłofzony. Z *borzyszcza Dagonowego* ustępować musiał, gdy Arkę Pańską przy nim postawiono, w ktorej tylko manna y tablice prawa Boskiego się znajdowały. Jednym imieniem *JEZUS* S. Paweł z opętanych wyrzucił biesow iako czytać w dziejach Apostolskich. Toć y rzeczy świecone mieć mogą tyle władzy przeciwko insultom Czartowskiemu. Od tych zaś piorunow, które pochodzą z naturalnych dyspozycyi atmosfery, służą też niektóre naturalne sposoby. Jako to zchronienie się od wydmuchu wiatru. Gdyż piorun za impetem wiatru leci. Dzwony, z armat strzelania chukiem swoim komiczą czyniąc powietrza, rozrywają chmury y rozprężają. Niektorzy naturalistowie świadczą, iż skóra cielęcía morskiego, laur, kámién Hyacynctowy przez antypatyę z piorunem, od niego broni. Atoli więcej dufać należy Świętościom. Dáleko więcej żalowi serdecznemu za grzechy z aktem miłości Boskiej złączonemu: dysponującemu grzesznika w niebezpieczeństwie śmierci.

A nayskuteczniejszy sposób jest niebania się piorunu, wolne sumnienie od grzechu ciężkiego y gotowość na śmierć. Gdyż iako złoczyńca służnie się śmierci, y (iako mówią) cienia swego się boi, a niewinny na żadne postrachy ludzkie nie dba. Tak przez łaskę Boską złączony z Bogiem iedynie nadzieję w Bogu pokładając, chochy się świat walił, naturalną boizną zwycięża mocniejszy duszy potencyą.

„Siodmy iest piorun: á iest exchalacya gorąca, sucha, tęga, zpiekła zapalona chmurę rozrywaiąca, y z impetem z niey wypadaiąca. Piorunow iest rozmaita dzielność y skutek; iedne złoto tylko smolą y topią, drugie żelazo lub inne metale. Iedne palą, drugie tylko rozwalaią y smolą. Te rzeczy twarde kruszą, inne rzeczy międkie niszczą, likwory wysuszaią. Co wszystko pochodzi z różnicy chumorow, waporow y exchalacyi ziemnych, ktore według wrodzonej náтуры, sympatyi lub antypatyi skutki spráwuią.

Sposoby uchronienia się piorunu są różne. Od tych ktore czasem pochodzą z nástania od Mocarstwa nad powietrzem, to iest biesa, chwalebne są krzyżem S. żegnania, wodą święconą kropienia, ziela święconego kurzenie, gromnic palenie, dzwonienie, modlitw do tego służących mowienie, Świętych Pańskich, Aniołów dobrych wzywianie, iáko większą moc nad stworzeniem maiących, niżeli bies dokázywać może. Gdyż bies rzeczy Święconych przez wezwanie Imienia Boskiego, iáko przeciwny chwale Boskiej, onych się wzdryga y moc traci...

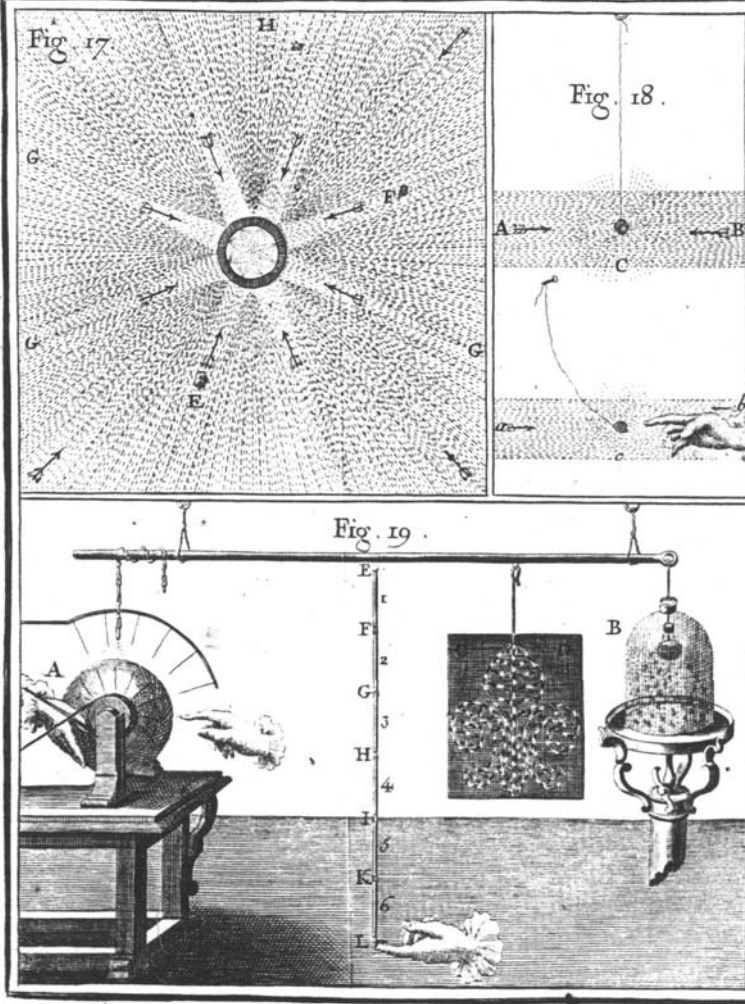
„Od tych zaś piorunów, które pochodzą z naturalnych dyspozycji atmosfery, służą też niektóre naturalne sposoby. Iako to zchronienie się od wydmuchu wiatru. Gdyż piorun z impetem wiatru leci. Dzwony, z armat strzelania chukiem swoim kommocyą czyniąc powietrza, rozrzywają chmury y rozpędzają. Niektorzy naturalistowie świadczą iż skora cielecia morskiego, laur, kámiień Hyacyntowy przez antypatyą z piorunem, od niego broni. Atoli więcej dufać należy Świętościom. Daleko więcej żalowi serdecznemu z grzechy z aktem miłości Boskiej złączonemu dysponuyącemu grzesznika w niebezpieczeństwie śmierci.

A nayskuteczniejszy sposób jest niebania się piorunu, wolne sumnienie od grzechu ciężkiego y gotowość ná śmierć. Gdyż iako złoczyńca słusznie się śmierci, y (iako mówią) cienia swego się boi, a niewinny na żadne postrachy ludzkie nie dba. Tak przez łaskę Boską złączony z Bogiem iedynie nadzieię w Bogu pokładając, choćby się świat walił, naturalną boiaźn zwycięża mocniejszą duszy potencyą.”

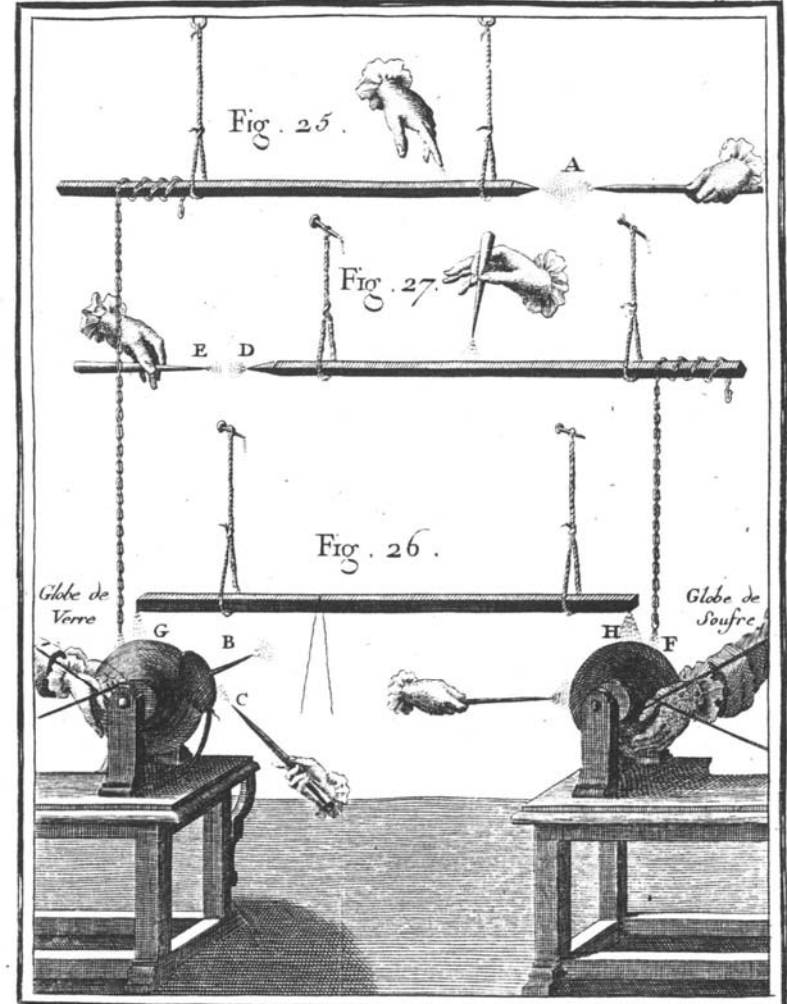


Abbé Nollet o elektryczności i magnetyzmie

TOM. VI. XXI. LEÇON. Pl. I. Pag. 468.



TOM. VI. XXI. LEÇON. Pl. 3. Pag. 504.



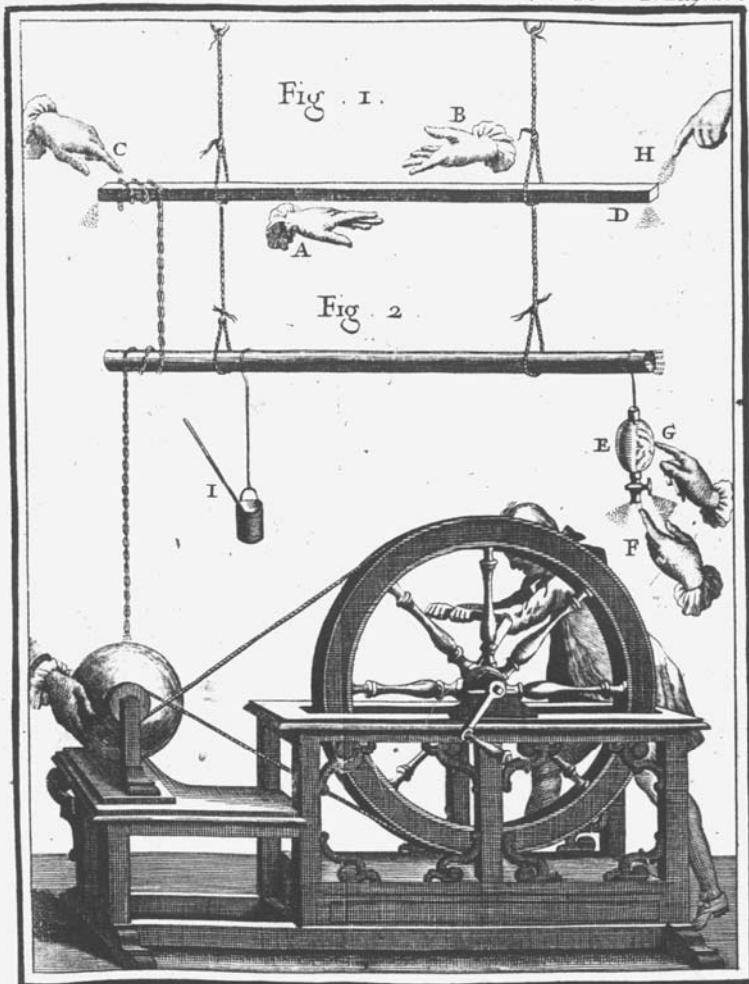
Gravé par M. de la Roche.

Gravé par M. de la Roche.

Abbé Nollet o elektryczności i magnetyzmie

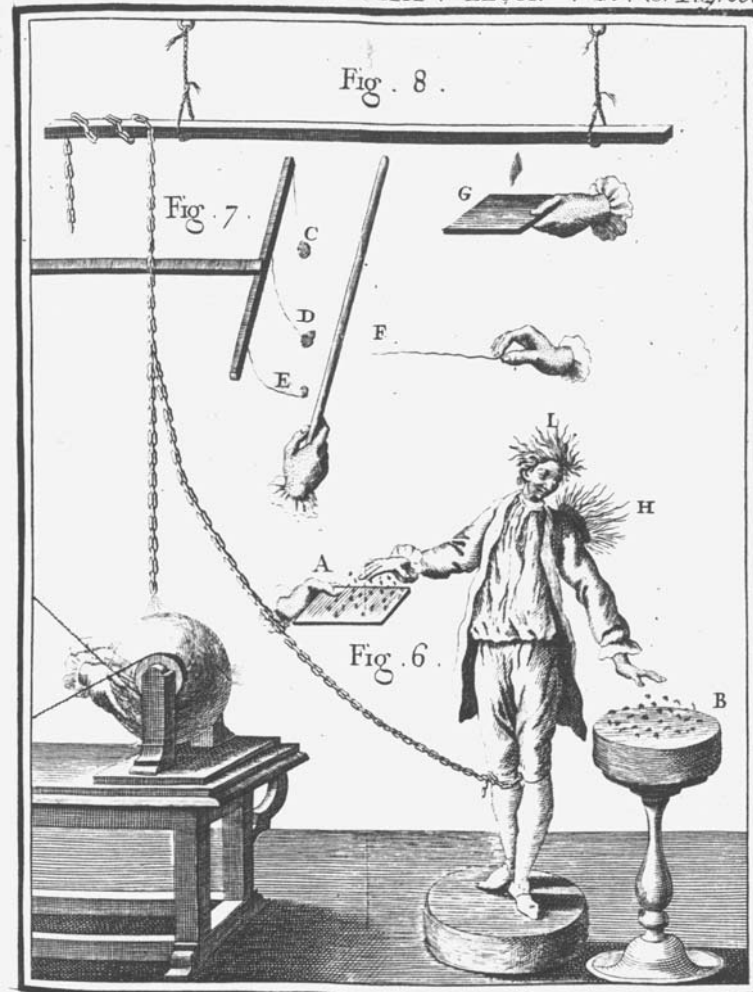


TOM. VI. XX. LEÇON. Pl. I. Pag. 250.



Gobin del. et sculp.

TOM. VI. XX. LEÇON. Pl. 3. Pag. 338.

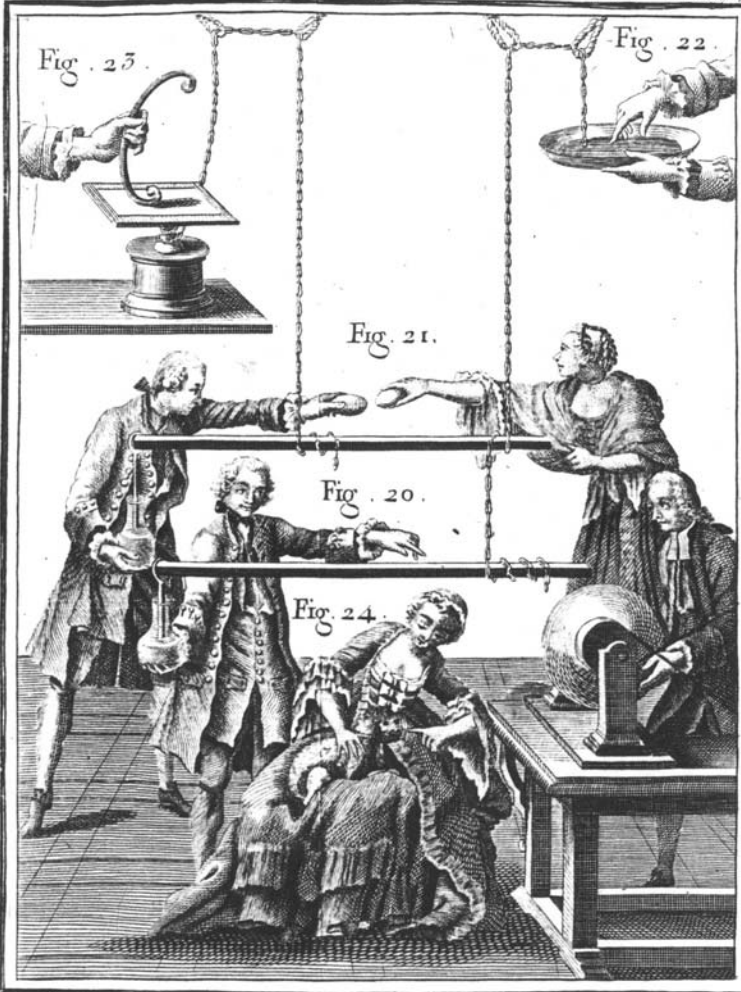


Gobin del. et sculp.



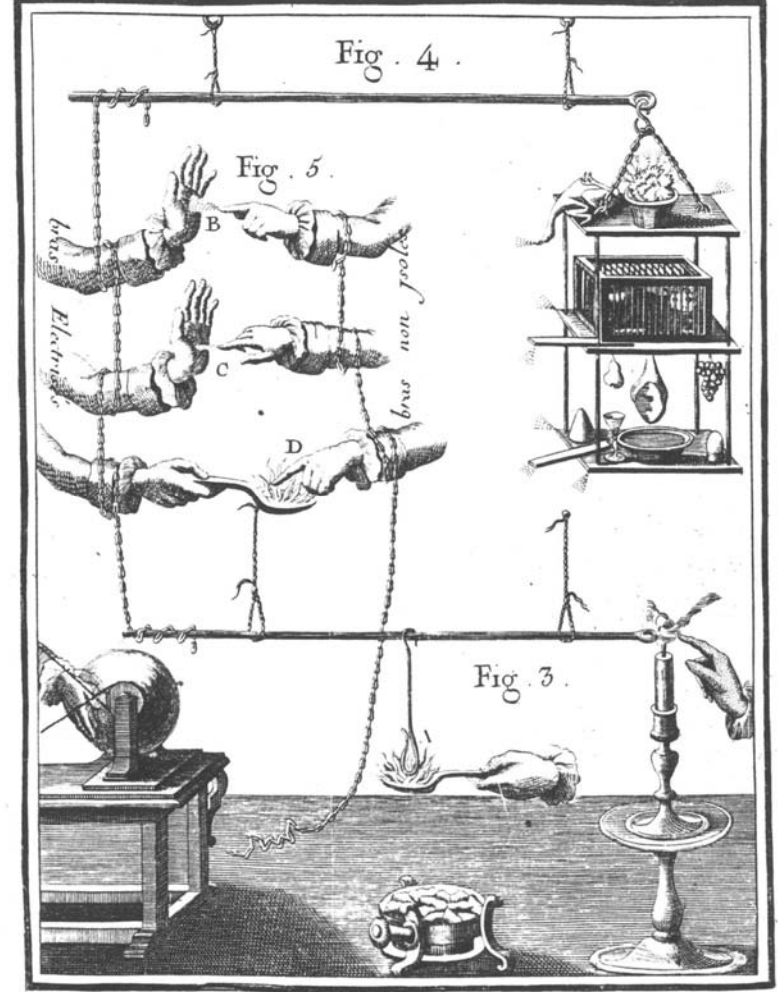
Abbé Nollet o elektryczności i magnetyzmie

TOM. VI . XXI . LECON . pl . 2 . Pl. 486



Antoin. Wat. sculp.

TOM. VI . XX . LECON . pl . 2 . Pl. 310.

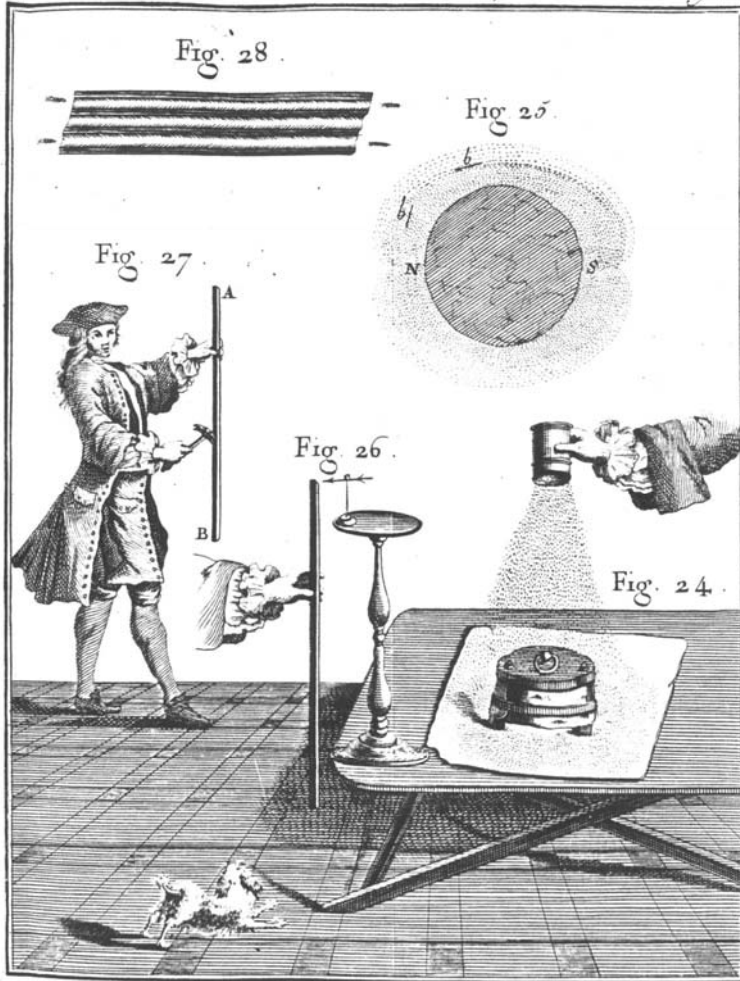


Antoin. Wat. sculp.

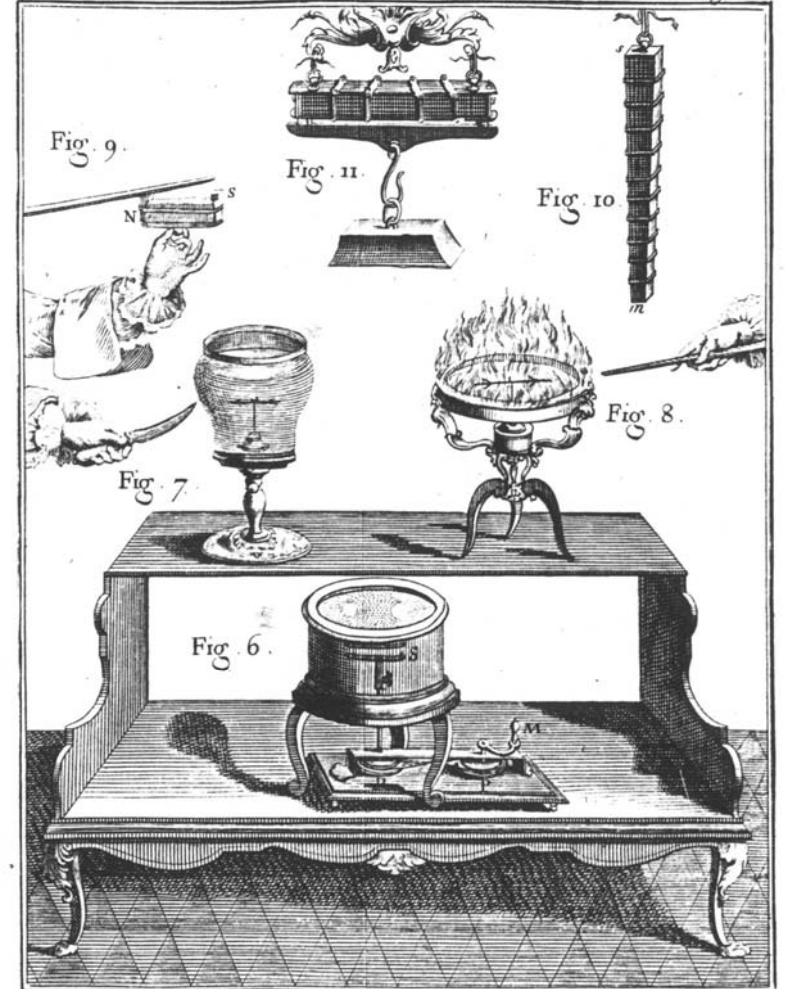


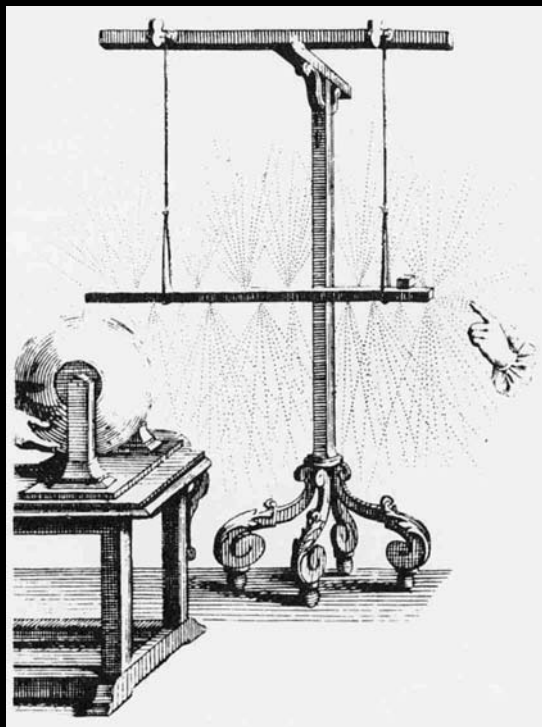
Abbé Nollet o elektryczności i magnetyzmie

TOM VI. XIX. LEÇON. pl. 5. Pag. 228.

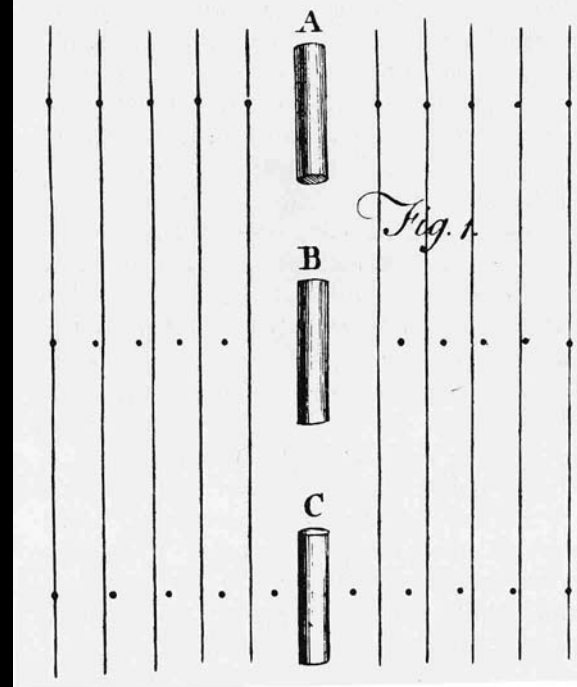


TOM VI. XIX. LEÇON. pl. 2. Pag. 184.

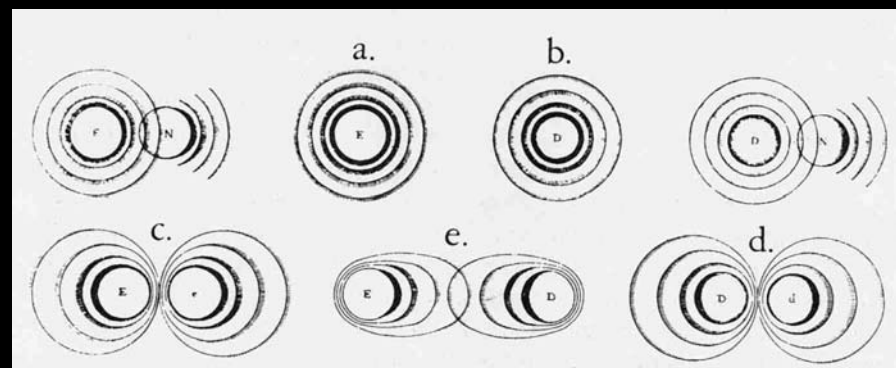




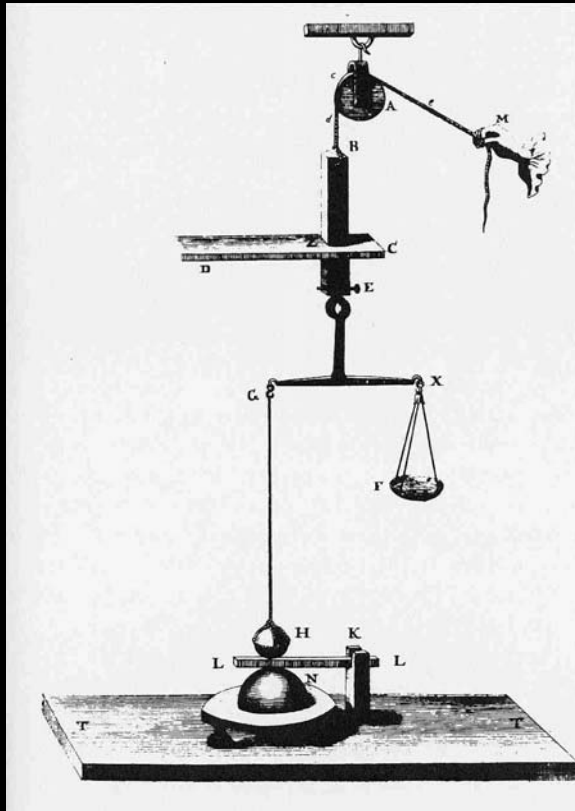
Ilustracja teorii wypływów
Nolleta (1750)



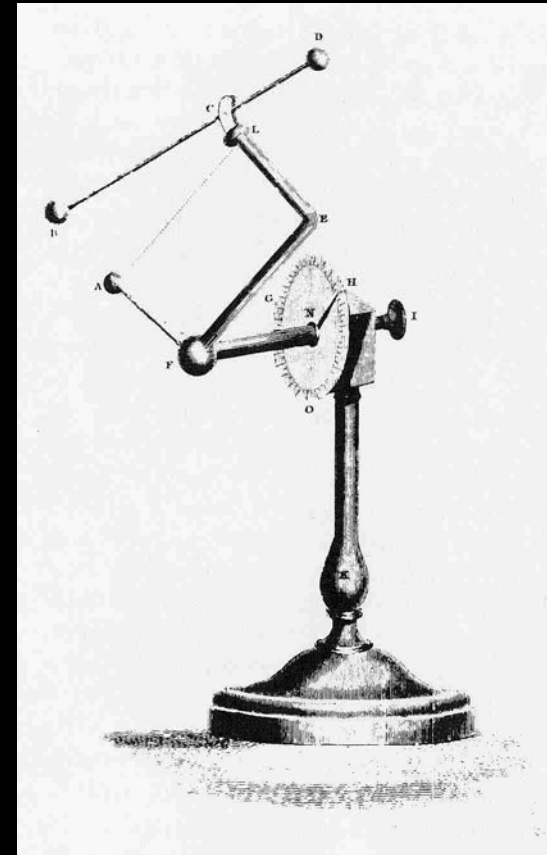
Pole elektryczne według
Johna Cantona (1766)



Pole elektryczne według
Giambattisty Beccarii (1772)

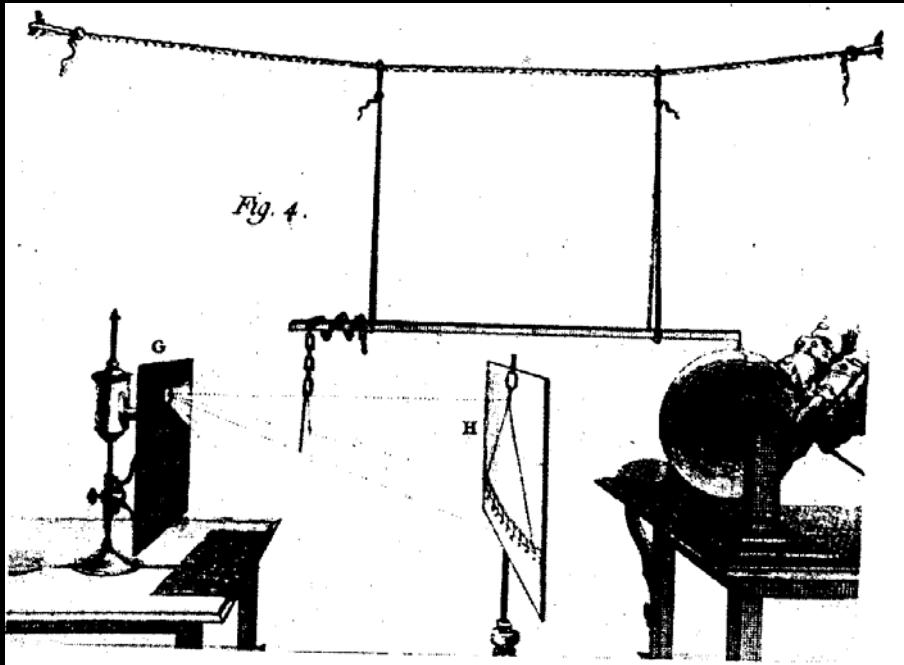


Przyrząd Musschenbroeka do pomiaru siły magnetycznej (1754)

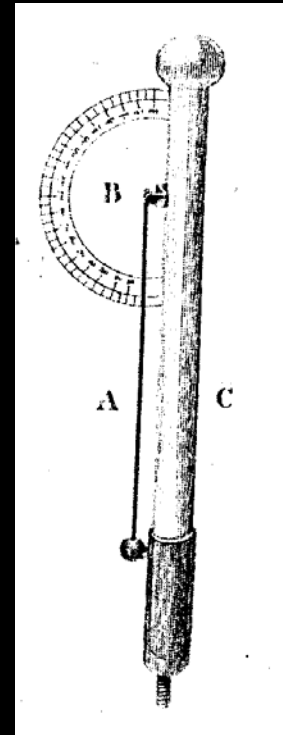


Przyrząd Johna Robisona do pomiaru siły elektrycznej (1769)

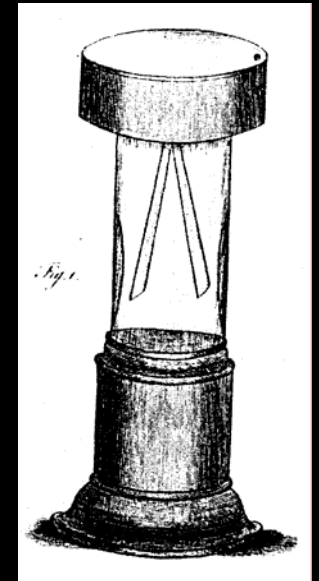
Pierwsze elektroskopy ze skalą



Nollet (1747)



Henley (1772)



Bennet (1786)

Próby kwantyfikacji elektryczności

Czego miarą jest kąt α rozwarcia listków elektroskopu?
Jaki ma on związek z miarami wydajności maszyn elektrostatycznych?

- długość najdłuższej wydobywanej iskry,
- powierzchnia szkła podlegającego tarciu na jeden obrót koła maszyny,
- długość standardowego drutu stapianego przez wyładowanie butelki lejdejskiej naładowanej przez maszynę,
- liczba n obrotów koła maszyny potrzebnych do naładowania różnych obiektów do tego samego stopnia α

Powoli przekonano się, że kąt α jest miarą „wysokości” elektryczności, albo „napięcia” T , natomiast n jest miarą ilości ładunku Q



$$Q = C T$$

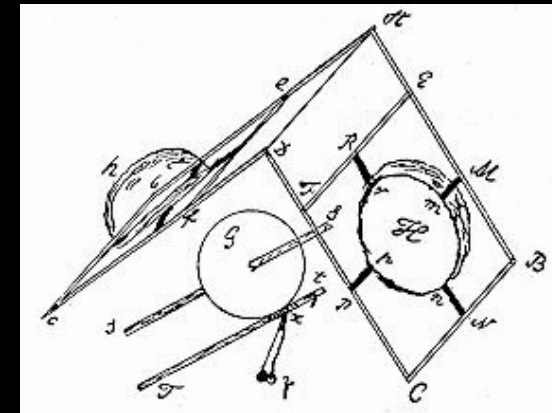
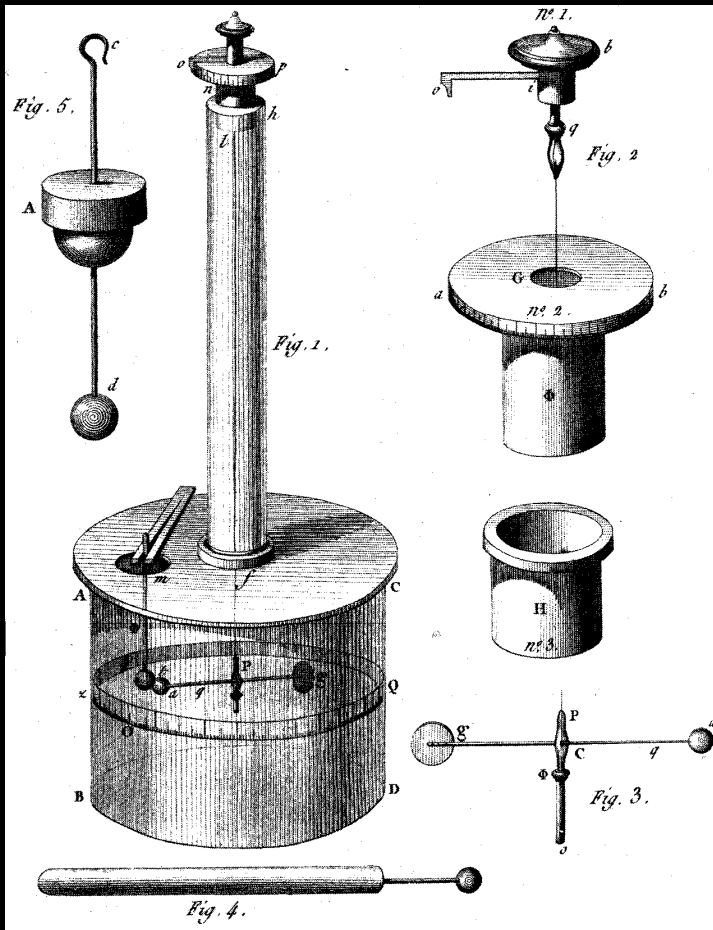
(prawo Volty)



Charles-Augustin Coulomb (1736-1806)



Daniel Bernoulli
(1760)



Henry Cavendish
(1772)

Waga skręceń Coulomba (1785)

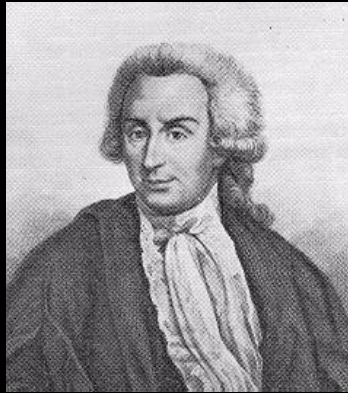
Wyniki Coulomba zostały zaakceptowane bez zastrzeżeń tylko we Francji. Tam też Poisson (1811) podał matematyczną postać elektrostatyki.

W innych krajach na ogół uznawano, że wnioski Coulomba są nieuzasadnione i wynikają z użycia mało zbadanej wagi skręceń.

Przeciwno prawu $1/r^2$ wypowiadali się między innymi Alessandro Volta i Christian Oersted. Publikowane były wyniki mające świadczyć o tym, że siła oddziaływania między ładunkami jest typu $1/r$.

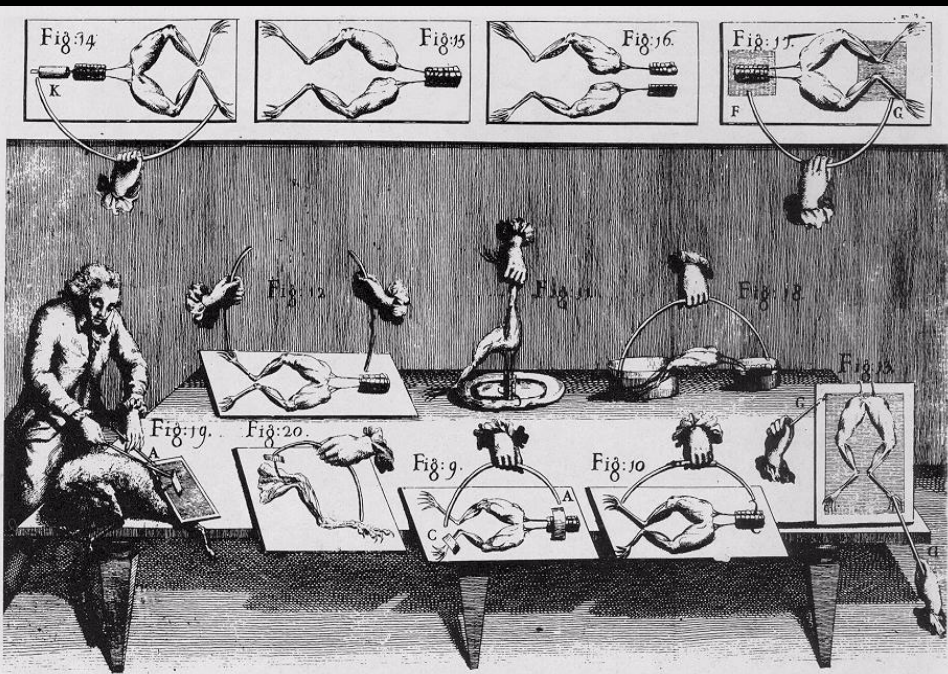
Jeszcze w 1836 r. William Harris ogłosił w *Philosophical Transactions* pracę, w której twierdził, że jego pomiary wykazują nieprawdziwość prawa Coulomba.

Elektryczność zwierzęca



Luigi Galvani (1737-1798)

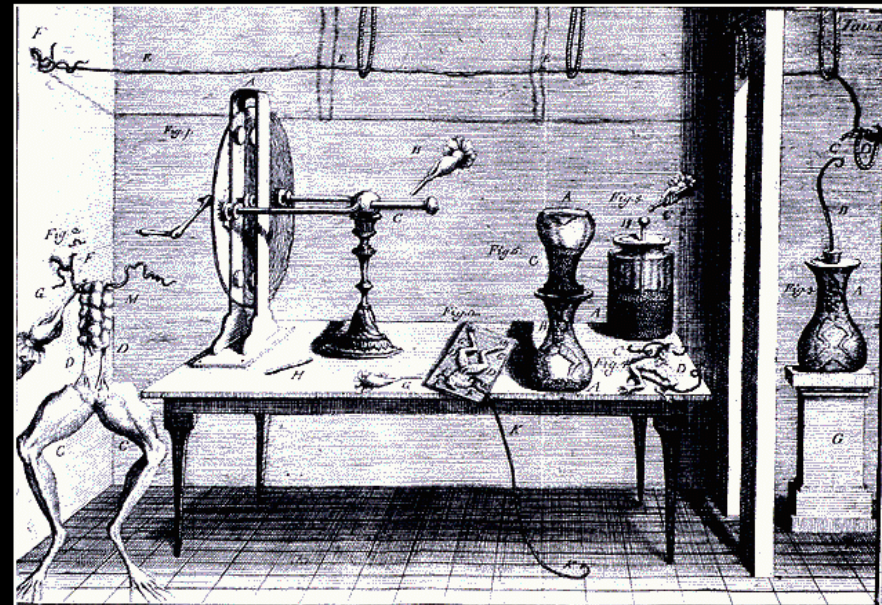
De viribus electricitatis in motu musculari (1791)



„Zgodnie z dotychczas poznanymi i zbadanymi faktami, jest, jak sędzę, pewne, że wewnątrz zwierzęcia znajduje się elektryczność, której za Bertholonem i innymi pozwalam sobie nadać nazwę elektryczność zwierzęca...”

„Odkrycie zostało dokonane tak. Robiłem sekcję żaby, spreparowałem ją tak, jak przedstawia rysunek i położyłem na stole, na którym stała maszyna elektryczna. Gdy jeden z moich pomocników przypadkiem dotknął końcem skalpela bardzo lekko wewnętrznych nerwów udowych żaby, wszystkie mięśnie stawów zdawały się kurczyć kilkakrotnie, jakby były opanowane przez gwałtowne skurcze. Innemu pomocnikowi, który nam towarzyszył w doświadczeniach z elektrycznością, wydawało się, że zauważył, iż nastąpiło to podczas wydobywania iskry z maszyny.

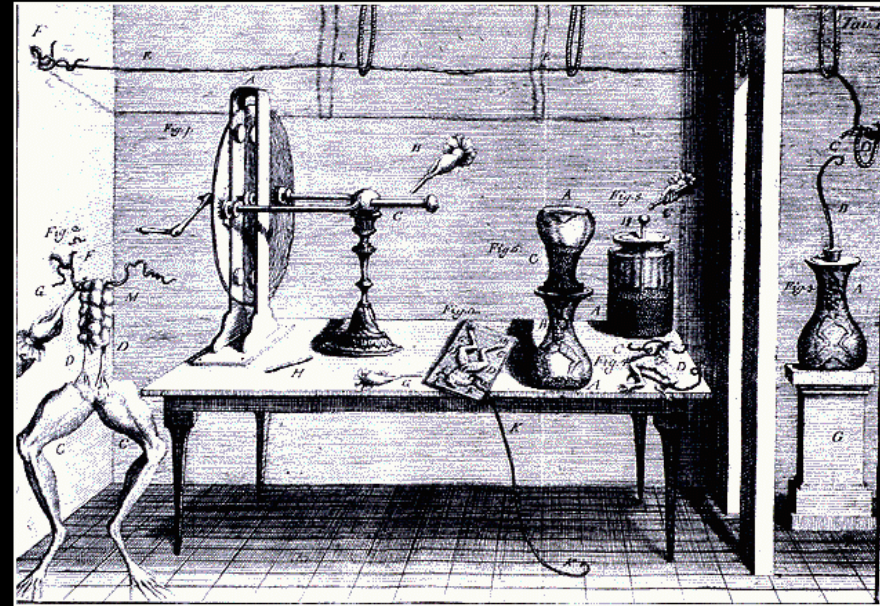
Galvani, *De viribus electricitatis...*(1791)



„Zdziwiony tym nowym zjawiskiem zwrócił mi na to uwagę, kiedy miałem zupełnie inne zamiary i byłem pogrążony w myślach.

Ogarnął mnie wtedy wielki zapał, żeby to sprawdzić i zbadać.

Dotykałem więc końcem noża tego lub innego nerwu udowego, a w tej samej chwili jeden z pomocników wydobywał iskrę z maszyny...”

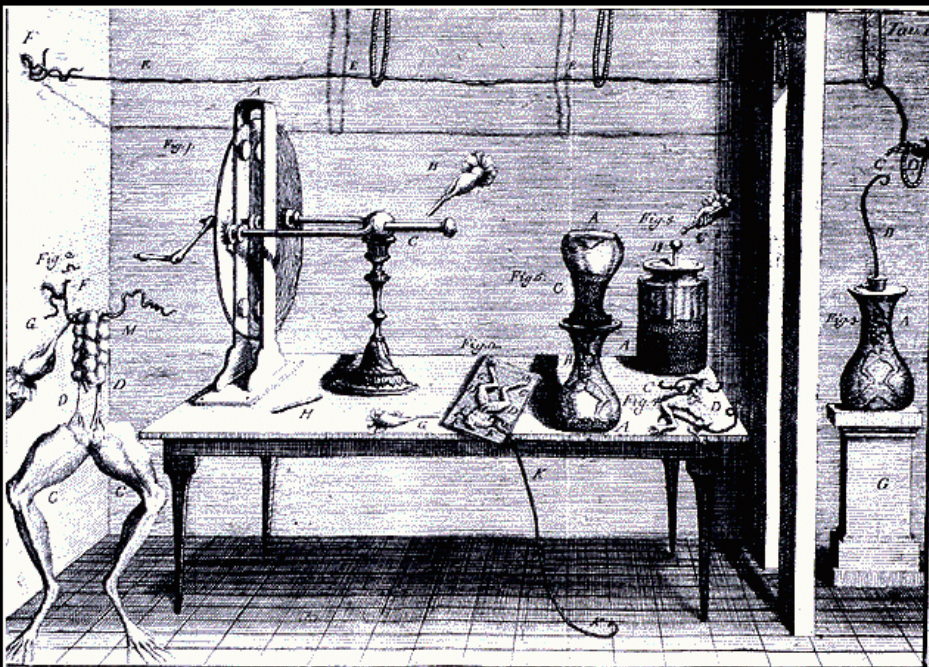


Galvani, *De viribus electricitatis...*(1791)

„Przypuszczając, że może te ruchy mogły być spowodowane nie przez iskrę, lecz raczej przez dotknięcie noża, dotykałem nożem tych samych nerwów w innych żabach i to mocniej, ale wtedy, gdy nikt nie wydobywał iskier. Nie udało się jednak zobaczyć żadnych ruchów. Doszedłem więc do przekonania, że pewnie do wywołania zjawiska potrzebne jest jednoczesne dotknięcie nożem i iskra.

Zabraliśmy się do zbadania tego zjawiska... i odkryliśmy, że należy je przypisać rozmaitym częściom skalpela, za które trzymało się go palcami...”

Galvani, *De viribus electricitatis...*(1791)



Franz Anton Mesmer - magnetyzm zwierzęcy



PRÉCIS
HISTORIQUE
DES FAITS RELATIFS
AU
MAGNÉTISME-ANIMAL

JUSQUES EN AVRIL 1781.

Par M. MESMER, Docteur en Médecine de la Faculté de Vienne.

OUVRAGE TRADUIT DE L'ALLEMAND.



A LONDRES.

M. DCC. LXXXI.



PRÉCIS HISTORIQUE
DES FAITS RELATIFS
AU
MAGNÉTISME-ANIMAL.



Il y a quatorze ans que j'annonçai, pour la première fois, au Monde l'existence du MAGNÉTISME-ANIMAL.

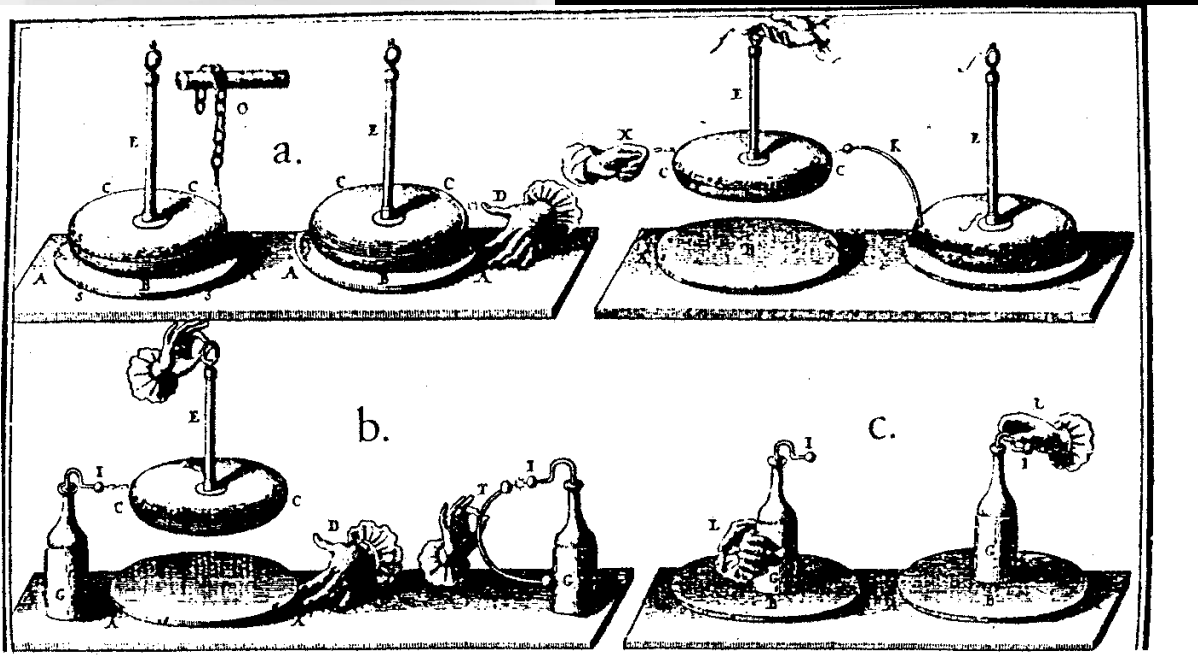
Lorsqu'en 1766 je donnai ma Dissertation de l'influence des Planètes sur le corps humain, j'appuyois ma théorie sur des principes reçus dans les sciences, & sur des exemples généralement connus; mais les inductions particulières que je tirois des uns & des autres n'étant pas soutenues d'expériences immédiatement applicables à la question, il en résulteroit moins une doctrine à recevoir qu'un système à examiner.

Depuis que par la constance de mes travaux & l'exactitude de mes observations, j'ai établi l'évidence de mes principes sur des preuves sans cesse renais-

A



Alessandro Volta (1745-1827)



Elektrofor (1775)

„Jakie jest pańskie zdanie o domniemanej elektryczności zwierzęcej? Co do mnie, to od dłuższego czasu jestem przekonany, że działanie to ma swoje źródło pierwotne w metalach stykających się z wilgotnymi ciałami lub z samą wodą. Dzięki temu zetknięciu fluid elektryczny w ciałach wilgotnych jest party najpierw przez owe metale, przez jeden mniej, przez drugi więcej (najwięcej przez cynk, najmniej przez srebro). Jeśli wówczas przyłożyć nieprzerwany dobry przewodnik, to fluid zostaje wprowadzony w obieg. Jeśli nerwy udowe spreparowanej żaby stanowią jakąkolwiek część tego przewodzącego obwodu, ...to mięśnie lub posłuszne nerwom członki zostają wprowadzone w drgania...”

Alessandro Volta, List do Antonio Marii Vassalliego, *Giornale Fisico-medico* (1794)

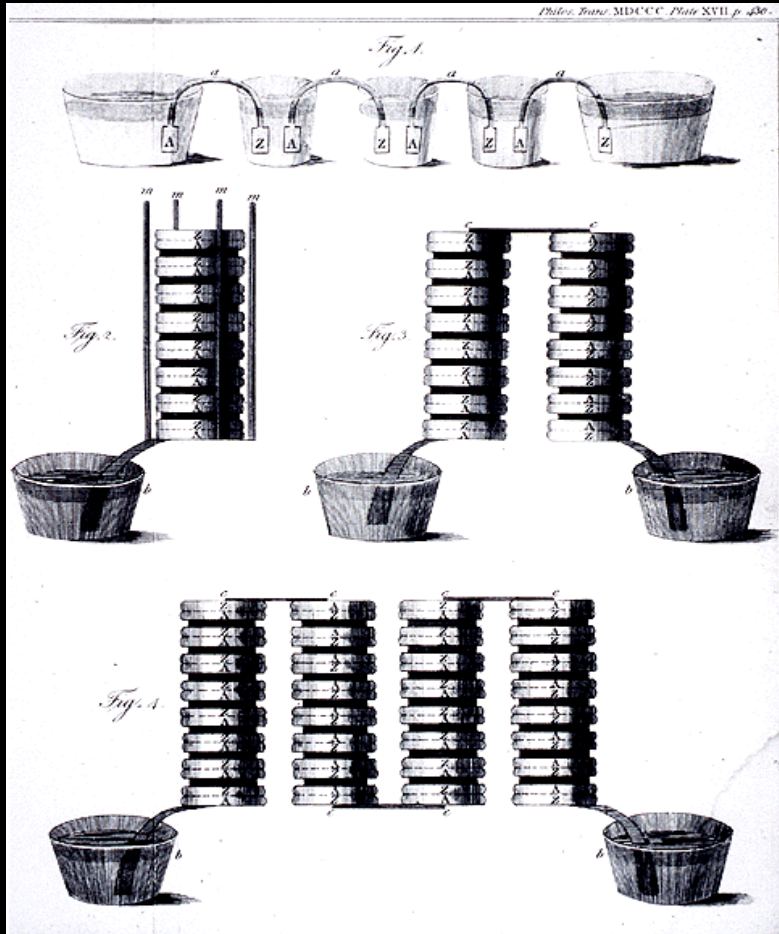
„Jeżeli zamiast nerwów służących do ruchów, w obwodzie przewodzącym znajdują się nerwy smakowe lub wzrokowe, to zostaje wzbudzone odpowiednie odczucie smaku lub światła, a te odczucia i te ruchy są tym żywsze, im oba użyte metale są bardziej od siebie oddalone licząc w poniższym porządku: cynk, cynfolia, cyna zwykła w płytach, ołów, żelazo, mosiądz i brąz o różnym składzie, miedź, platyna, złoto, srebro, rtęć, grafit z ołówka... Jest zupełnie oczywiste, że wszystko tu zależy od metali i od różnego ich składu, ponieważ żeby doświadczenie się udało, oba metale muszą koniecznie być niejednakowe. Zamiast więc mówić o elektryczności zwierzęcej, miałyby się równe prawo nazywania jej elektrycznością metaliczną...”

Alessandro Volta, List do Antonio Marii Vassalliego, *Giornale Fisico-medico* (1794)

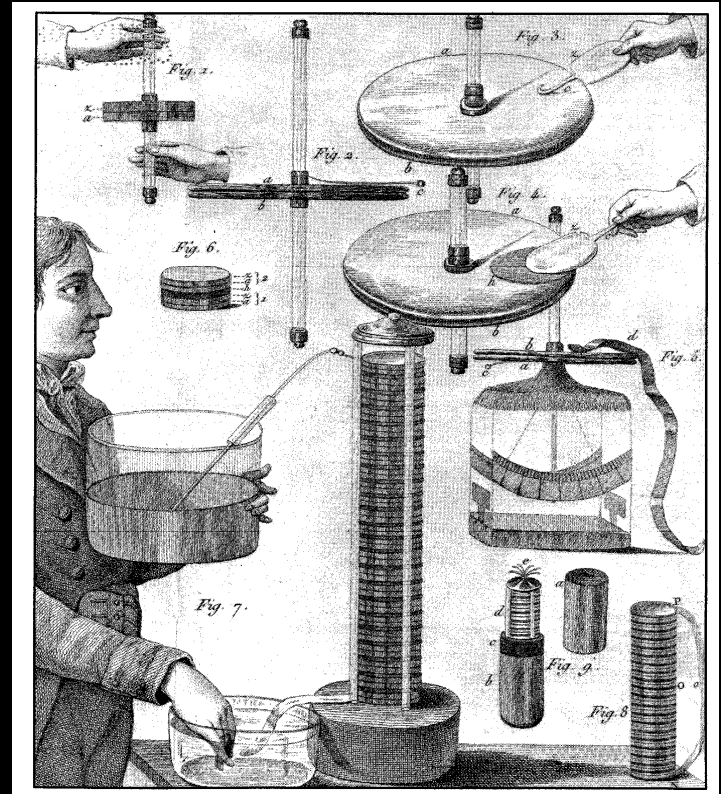
Alessandro Volta (1745-1827)



Pierwsza bateria elektryczna



Stos Volty (1800)



Eksperymenty ze stosem Volty (1803)

Alessandro Volta, List do Sir Josepha Banksa, 20 III 1800 r. (*Phil. Trans.* 1800)

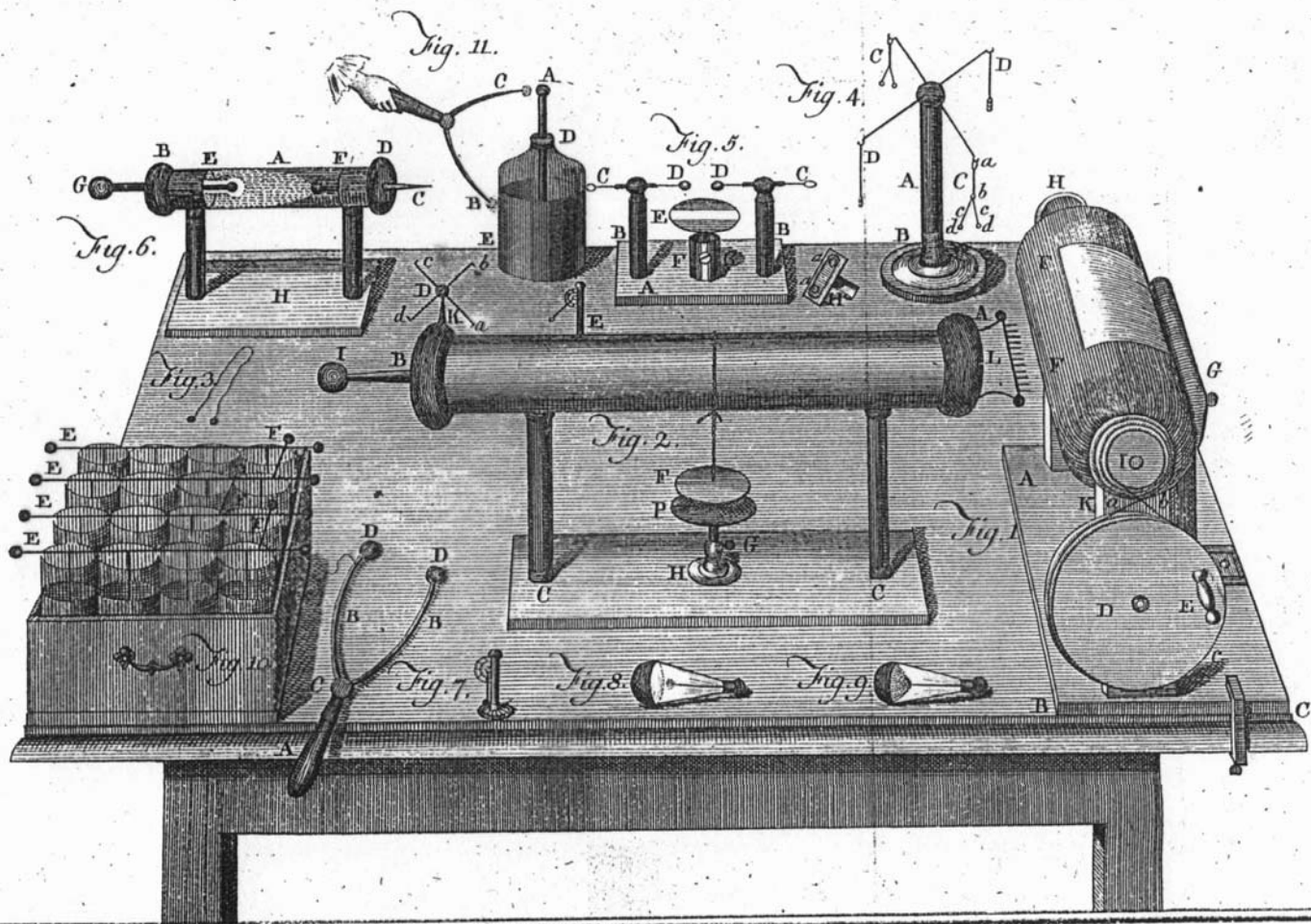
„Po dłuższym milczeniu, którego nie staram się usprawiedliwić, mam przyjemność przekazać panu, a przez pana - Towarzystwu Królewskiemu, pewne uderzające wyniki, jakie uzyskałem przeprowadzając doświadczenia nad elektrycznością wywołaną przez zwykłe zetknięcie metali różnego rodzaju, lub nawet przez kontakt innych przewodników, także różnych od siebie, czy to ciekłych, czy zawierających tylko jakąś wilgoć, której zawdzięczają swe przewodnictwo. Najważniejszym z tych wyników, obejmującym praktycznie wszystkie pozostałe, jest zbudowanie przyrządu, który przez swe działanie, to jest przez uderzenia, które wywołuje w rękach itd., przypomina butelkę lejdejską, lub raczej słabo naładowaną baterię elektryczną, który jednak działa nieprzerwanie, albo, że jego ładunek odnawia się samorzutnie po każdym wyładowaniu;”

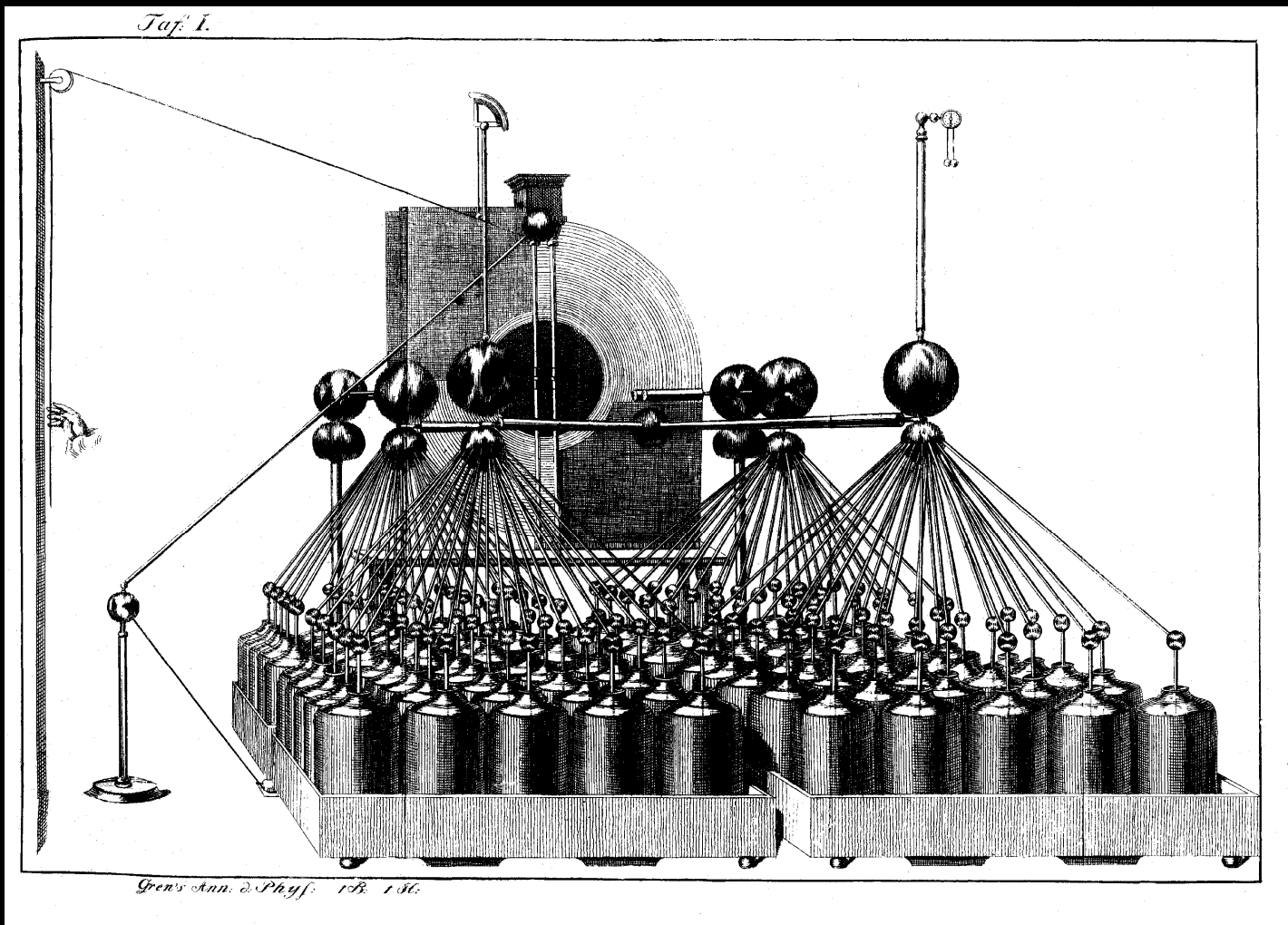
Alessandro Volta, List do Sir Josepha Banksa, 20 III 1800 r. (*Phil. Trans.* 1800)

„przyrząd ten - inaczej mówiąc - ma ładunek niewyczerpany albo powoduje nieprzerwane działanie na fluid elektryczny, ale poza tym różni się całkowicie od butelki lejdejskiej czy baterii, zarówno przez to właściwe mu nieustanne działanie, jak i przez to, że zamiast składać się jak zwykle butelki i baterie elektryczne z jednej lub wielu płyt izolujących w postaci cienkich warstw ciał uznanych za elektryki, a obłożonych przewodnikami, czyli ciałami nazywanymi nieelektrykami - jest zbudowany wyłącznie z tych ostatnich, wybranych spośród najlepszych przewodników, które według powszechnego przekonania są najbardziej odległe od natury elektrycznej. Tak, przyrząd, o którym mówię i który niewątpliwie pana zadziwi, jest tylko zestawieniem, w określonym porządku, pewnej liczby dobrych przewodników różnego rodzaju...”

„Przygotowuję sobie kilka tuzinów małych okrągłych płytek lub krążków z miedzi, mosiądzu lub lepiej srebra, około cala średnicy (np. monet) i równą liczbę płytek z cyny, albo lepiej z cynku, o podobnej wielkości i kształcie...Przygotowuję oprócz tego dostatecznie dużo krążków z tektury, skóry lub innego porowatego materiału, zdolnego do pobrania i utrzymania dużej ilości wody, którą krążki muszą być dobrze nasiąknięte, aby się doświadczenie udało. Te krążki, które nazywam wilgotnymi, czynię nieco mniejszymi niż płytki metalowe, żeby nie wystawały poza nie, kiedy zostaną między nie włożone.”

„Kładę więc poziomo na stół lub na inną podstawę jedną z płytek metalowych, np. srebrną, na niej kładę cynkową, a na tę jedną z płytek wilgotnych, potem drugą srebrną, kolejną cynkową, na którą kładę znów płytkę wilgotną. Postępuję dalej w taki sam sposób, to znaczy składam zawsze płytkę srebrną i cynkową, to jest zawsze srebro na dole, a cynk na górze lub odwrotnie, zależnie od tego jak rozpocząłem, i kładąc między każdą parę płytkę wilgotną postępuję tak, aby z wielu takich pięter zbudować stos tak wysoki, jaki może się utrzymać nie upadając. Gdy już jest tak wysoki, że zawiera 20 do 30 pięter, czyli par metali, może już nie tylko powodować wychylenia o ponad 10 do 15 stopni w elektrometrze Cavallo, ładować kondensator przez proste zetknięcie, tak że wydaje iskry itd., ale i palcom, które dotykają takiego stosu na obu końcach, to jest przy podstawie i wierzchołku, udziela jednego lub kilku drobnych uderzeń, które się powtarzają przy ponawianym dotknięciu; każde z tych uderzeń jest podobne do tego jakie daje słabo naładowana butelka leidejska...”

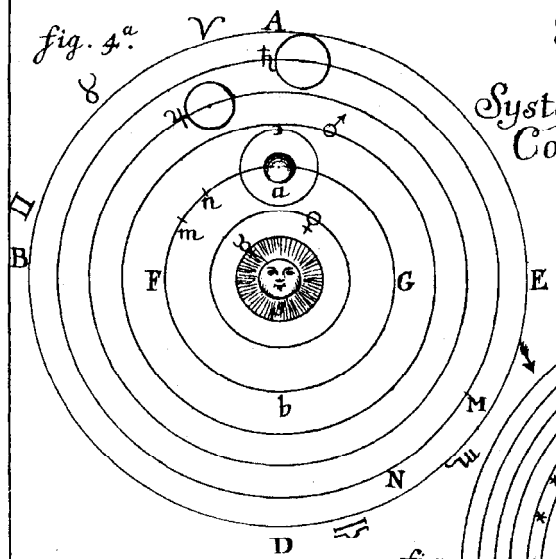




Wielka maszyna elektrostatyczna Van Maruma (1799)

Phys. Spec. Tab. II.

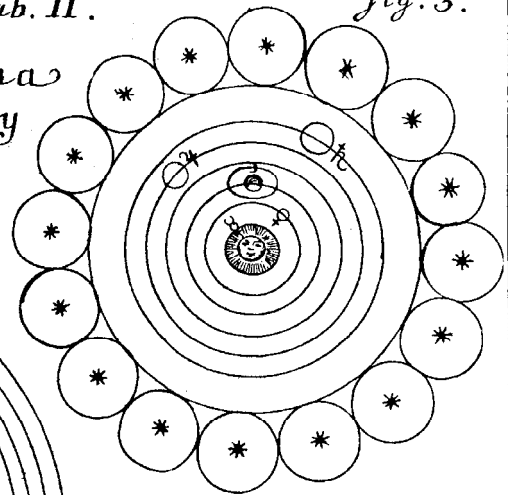
fig. 4.^a



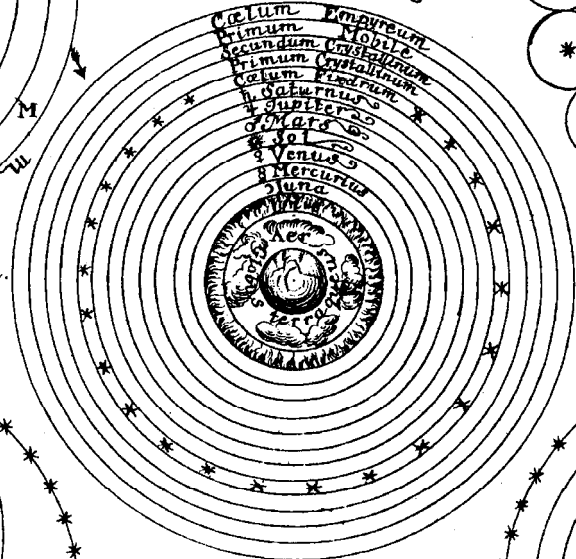
Systema Copernici

Systema Cartesii

fig. 5.^a

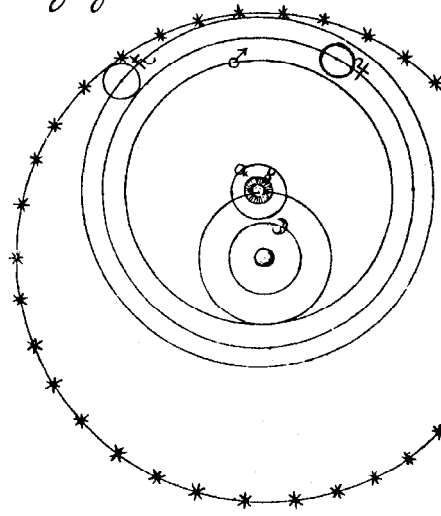


Systema Ptolemaei



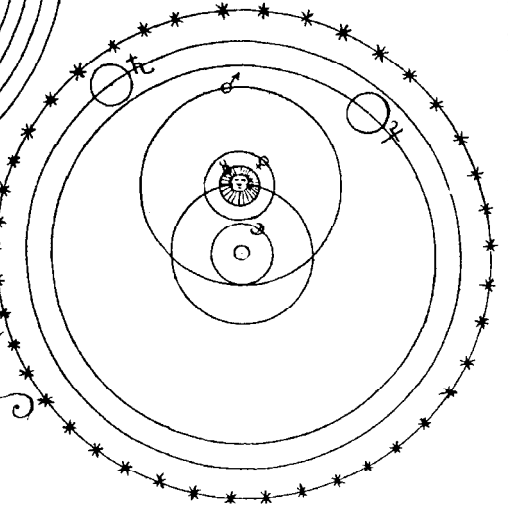
1.^a

fig. 2.^a



Systema Tychonis Systema Riccioli

fig. 3.^a



Pierwsze podręczniki fizyki po polsku

W drugiej połowie XVIII wieku pojawiły się pierwsze oryginalne podręczniki fizyki w języku polskim

- Samuel Chróścikowski - *Fizyka doświadczeniami potwierdzona, albo doświadczenia fizyczne...*, Warszawa 1764
- Józef Rogaliński - *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających...*, Poznań 1765 (Ks. 1), 1767(Ks. 2), 1770 (Ks. 3), 1776 (Ks. 4)
- Józef Herman Osiński - *Fizyka doświadczeniami potwierdzona*, Warszawa 1777
- Józef Lisikiewicz - *Fizyka czyli wiadomość natury i skutków rzeczy pod zmysły podpadających...*, Sandomierz 1779 (Ks. 1), 1781 (Ks. 2)
- Jan Michał Hube - *Wstęp do fizyki dla szkół narodowych*, Warszawa 1783
- Jan Michał Hube - *Fizyka dla szkół narodowych. Część I. Mechanika*, Kraków 1792

oraz tłumaczenia

- *Fizyka Jana Polikarpa Erxlebena...*, tłum. Andrzej Trzeciński, Kraków 1788
- *Traktat początkowy czyli początki fizyki... Maturyna Jakoba Brissona*, tłum. Wincenty Choynicki, Wilno 1800

FIZYKA

Doświadczeniami Potwierdzona.

Albo

DOSWIADCZENIA

FIZYCZNE

Przez Kawalerow Filozofii uczących się

w Collegium Nobilium Sch: Piarum

Publicznie czynione,

Polskim zaś językiem

NAPISANE

Przez X. SAMUELA CHRÓŚCIKOWSKIEGO

Scholarum Piarum,

Filozofii y Matematyki Professora.

REVENDICIBUS SOCIETATIS JESU

W WARSZAWIE

w Drukarni Scholarum Piarum J. K. M. Ci
y Rzeczypospolitey R. P. 1764.

DOSWIADCZENIA SKUTKOW

Rzeczy pod zmysły podpadających
na publicznych Posiedzeniach
w Szkołach Poznańskich

Societatis JESU

na widok wystawione y wykładane,

JEGO KROLEWSKIEY MOSCI

Panu naszemu Miłościwemu

OFIAROWANE.

Przez Xiędza JOZEFĄ ROGALINSKIEGO
tegoż Zakonu, Matematyki y Fizyki doświadczaiącey
Nauczyciela;

a dla łatwieyszego słuchających
y patrzących pojęcia

za dozwoleciem Zwierzchności

Naprzód w Roku 1765, a teraz w Roku 1771.

powtornie do druku

PODANE.

KSIĘGA PIERWSZA

W POZNAŃNIU

w Drukarni J. K. M. y Rpltey Societatis JESU

FIZYKA

DOSWIADCZENIAMI POTWIERDZONA

PRZEZ

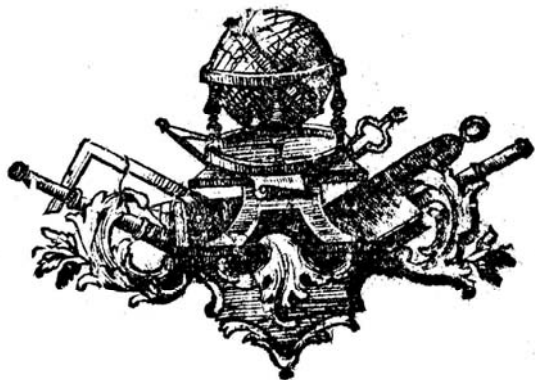
X. JOZEFA HERMANA OSINSKIEGO

SCHOLARUM PIARUM

W COLLEGIUM NOBILIUM

FILOZOFII I MATEMATYKI PROFESORA

KROTKO ZEBRANA.



w WARSZAWIE 1777

w Drukarni J. K. Mei i Rzplitey
u XX. Schol: Piar.

FIZYKA

Czyli
WIADOMOSC NATURY I SKUTKOW RZE-
CZY POD ZMISŁY PODPADAJĄCYCH.

w Szkołach Woiewodzkich San-
domierskich uczącym się w Oy-
czystym ięzyku iak naykruciej

WYŁOZONA.

A dla zabawy wtey umiejętności
kochających się do druku

PODANA.

Przez X. JOZEFĄ LISIŃKIEWICZĄ
Regensę Seminarium Sandomierskiego,
y w tychże Szkołach Fizyki Professore.

Roku Pańskiego 1779.

mitis uti dulci. Herat.
Aggredere res experientia & Philosophia hæc
enim vias tibi demonstrabit, exercitatio au-
tem operibus acquisita efficies ut melius &
aptius res ipsas trañes. Isocrates.

w SANDOMIERZU
w Drukarni J. K. Mei y Rzeczypospolitey.

§. 363.

Ponieważ elektryczna materya do-
pomaga, aby zioła prędzey rosły, iako
się powiedziało, że w ciałach odmianę
sprawie, Doktorowie wnieśli roztropnie,
że gdy się elektryzujemy, krw w nas
prędzey cyrkuluie, humory rozrzedzają
się, wnosili daley, iż elektrycznością z
niektorych chorób, iako to, apoplexyi,
paraliżu, podagry, doskonałe można wy-
prowadzić. Z nich niektorzy odważniesz-
si, iako Jallabert, Paulschon, Scheu-
fer chełpili się, że elektrycznością lu-
dzi znaczną liczbę, z wielu różnych
chorob wyprowadzili. Pivati zaś i Ver-
rati opisali sposób dawania lekarstwa
przez elektryzacją tym, którzy do niego
wstręt mają. Akademicy Londyńscy, lu-
bo wszystkie opisy Verratego i Pivatego
zachowali, przecież elektryzacją nikomu
lekarstwa dać nie mogli; zaczym pi-
sma Verratego i Pivatego, za błędne
osądzili. Muchembroek świadczy, że po-
doświadczeniach elektrycznych, trzy ra-
zy na febrę zapadał, że Zona iego, gdy
pod czas elektryzowania przez długi czas
banie dłońią gołą tarła, bledniała, i z
sił spadała. Tenże Muchembroek wy-
znaie, iż przez wiele lat pracując, ni-

Czyli
choroby
leczy?

kogo elektryzacją z żadnego paroxyzmu
nie wyprowadził. Z tego iednak, że
Pivati i Verrati nierzetelnemi w opisa-
niu skutkow elektrycznych pokazali się,
że Muchembroek nikogo nietylko nie
uleczył, ale sam siebie słabości naba-
wił, wnosić nie można, iż elektryza-
cya w Medycynie użyta bydź nie może.
Ponieważ P. Sauvage świadczy, że rękę
iednego paralizem zarażoną, elektryza-
cją uzdrowił. Jallabert donosił Aka-
demii Paryskiej, że uzdrowił rękę pa-
ralityka, który nią przez lat dziesięć
władać nie mógł. Wiedeński Doktor
Haen świadczy, że 7 paralitykow, 4.
Konwulsye miewających elektryzacją ule-
czył. Zaczym pożądana byłaby rzecz,
żeby nasi Doktorowie wwyż wspomnio-
nych doświadczenia powtarzali, nowe
czynili, aby elektryzacją, która dotąd
dla wielu iest zabawką, uczynić Naro-
dowi ludzkiemu pożyteczną.

§. 364.

Jaka materya elektryczna? czyli
materya elektryczna? Co iest materya elektryczna? czyli
toż samo, co ogień elementarny? czyli
inna iaka? Na to dokładnie trudno od-
powiedzieć; bo ze skutkow elektryczno-
ści wwyż położonych, iedne są mate-
ryi elektryczney z ogniem pospolite, in-

Za powodem thermometru dochodziemy, iakiego ciepła potrzeba do rozpuszczenia różnych tłuściości, ztąd bowiem poznaiemy, która strawnieysza, a która mniej strawna. Tłuściości zaś rozpuszczają się według thermometrum Fahrenheit tym porządkiem: Skowronka od 52 gradusow, Krolika, Gęsi swoyskiej, Kapłona, Głuszcza od 69 grad- Kaczki od 80 grad: łoy z nerek cielęcych, albo wieprzowych, od 100 grad: słonina od 108 grad. Ztąd się pokazuje, że Skowronki nayzdrowsze, po nich Kroliki, Gęsi swoyskie, Głuszcze, Kapłony, mięso zaś świnie i słonina nayniestrawnieysze. Bo do roztopienia słoniny, większego potrzeba ciepła nad ciepło człowieka.

Józef Herman Osiński,

Fizyka
doświadczeniami
potwierdzona,
Warszawa, 1777

SŁOWNICZEK FIZYCZNY.

Bieg
 Bieg iednostayny
 Biegun
 Błonka siatkową
 Bryła
 Bytność
 Ciało ciekłe
 Ciągły
 Cieczą
 Ciemnica
 Ciemnica nositelná
 Ciężkościérz
 Ciężkość gatunkową
 Cypel lub przyládek
 Czas średni
 Częstki obce
 Część błonki czarniawá
 Dotykálny
 Dowodliwy
 Drganie
 Drobieńie
 Drobnowid
 Drugdy (czasem)
 Dwugład
 Dziańanie
 Farba
 Gęstomiérz
 Giętki
 Główny promień
 Gwiazda biegunową
 Gwiazda nieruchomá
 Gwiazda góruie
 Gwiazdozbiór

Motus, cursus.
Motus uniformis aequabilis.
Polus.
Retina.
Solidum.
Existentia.
Corpus fluidum.
Ductilis.
Liquor.
Camera obscura.
Camera obscura portatilis.
Barometrum.
Specifica gravitas.
Promontorium.
Tempus medium.
Partes heterogeneae.
Chorois.
Tangibilis.
Probabilis.
Vibratio.
Karesactio.
Microscopium.
Paralaxis.
Actio.
Color.
Manometrum.
Flexilis.
Radius principalis.
Stella polaris.
Stella fixa.
Stella culminat.
Constellatio.

Jedno-

SŁOWNICZEK FIZYCZNY.

Jednofarbny
 Kierowanie biegu
 Kléy ognisty
 Krzywodroźny
 Kula wydrożoną
 Latarniá czernozięzká
 Łamanie się światła.
 Miąszość
 Mierniczy
 Miesiąc dobieźny
 Miesiąc obieźny
 Nadgłównik
 Nieprzenikły
 Nieprzenikłość
 Obieg
 Obieg obieźny
 Oczná żyła
 Odbicie
 Oddział
 Odległość ogniskowá
 Ogniomierz
 Ognisko
 Opor, odpor
 Opoźńienie biegu
 Oś
 Para
 Pas
 Pas umiarkowany
 Pas w bok-słoneczny
 Pas w prost-słoneczny
 Pas zimny
 Páđ
 Pierwiástkowá farba
 Pionowy

Unius coloris.
Directio motus.
Petroleum lub asphaltum.
Curvilineus.
Sphaera cava.
Lucerna magica.
Refractio luminis.
Massa.
Geometra.
Mensis synodicus.
Mensis periodicus.
Zenith.
Impenetrabilis.
Impenetrabilitas.
Periodus.
Revolutio periodica.
Nervus opticus.
Refractio.
Separatio.
Distantia focalis.
Pyrometrum.
Focus.
Resistentia.
Retardatio motus.
Axis.
Vapor.
Zona.
Zona temperata.
Zona temperata frigida.
Zona torrida.
Zona frigida.
Impetus.
Color primitivus.
Verticalis, perpendicularis.
 Płasko-

*Wiadomości posilkowe i tablice
z rozmaitych dzieł wyjęte.*

Miary liniowe.

Stopa litewska jest u nas jednością miar liniowych. Półtorej stopy stanowią pręcik; dwie stopy razem złożone składają łokieć; sześć stop, sążeń; 15 stop = 1. przętowi; 150 stop = 1. sznurowi; stąia = 2625 stopom; mila = 21000 stop = 3500 sążniom. Podobnym sposobem cal = $\frac{1}{12}$ części stopy; linia = $\frac{1}{12}$, stopy; liniyka uważana jako $\frac{1}{10}$ część linii jest $\frac{1}{120}$ częścią stopy, a wzięta za $\frac{1}{12}$ część linii jest $\frac{1}{144}$ częścią stopy.

Stopa innych krajów wyrażona jest w następnej tablicy przez linie stopy litewskiej:

	<i>linie litews.</i>
Stopa amsterdamska równa się . . .	125,50.
— angielska	135,1152.
Stopa angielska (<i>foot</i>) równa się 12 calom (<i>inches</i>), a 120 liniom.	
— badeńska	135,00.
— bawarska	129,38.
— bazylejska	132,20.
— berlińska	137,30.
— bernska	130,00.
— darmstadtzka	127,60.
— drezdeńska	125,50.
— duńska (<i>foot</i>)	139,13.
— francuzka (<i>pied</i>) dawna	144,00.

Metr stanowiący jedność nowych miar francuzkich równa się $\frac{1}{100000000}$ części ćwierci południka ziemskiego, czyli 443,2959 liniom. Dzieli się zaś na dekametr = 10 metrom, hekto-

metr = 100 metrom, kilometr = 1000 metrom, myriametr = 10000 metrom; iako też decymetr = $\frac{1}{10}$ metra, centymetr = $\frac{1}{100}$ metra, milimetr = $\frac{1}{1000}$ metra.

	<i>linie litews.</i>
Stopa frankfurcka (nad Menem) . . .	126,16.
— gdańska	127,17.
— genueńska (<i>palmo</i>)	110,75.
— hamburska	127,00.
— hanowerska	129,50.
— hiszpańska (<i>pie</i>)	125,30.
— kolońska	127,50.
— lipska	125,10.
— neapolitańska (<i>palmo</i>)	117,10.
— portugalska	150,00.
— pragska	131,40.
— reńska	139,18.
— rossyjska (pół arszyny)	157,68.
Arszyn rossyjski = 16 wierszkom = 2 stopom, 2 calom i 3,3 liniom litewsk.	
— rzymska	110,90.
— szwedzka	131,58.
— warszawska	157,99.
— pół łokcia warszaw.	136,72.
— wiedeńska	140,12.
— wirtemberska	127,00.
— zürichska	133,60.

Na mocy tego stosunku miar liniowych zagranicznych do litewskiej łatwo oznaczyć stosunek miar kwadratowych i sześciennych, iako też jedne zamieniać na drugie.

Co się tycze miar na obiętość częstszego użycia: litr francuzki zajmujący przestrzeń jednego decymetru **kubicznego**, równa się 50 cal. sześć. lit. = 1,41711 kwarty litewskiej = 1,04166 dawney kwarty paryzkiej (*pinte*) = 2,114165 kwartom angielskim (*pint*).

W a g i.

Jednością do dochodzenia ciężaru ciał przez inne ciężary znaiome jest *funt*, którego wszystkie drobniejsze albo znaczniejsze wagi są pomnożeniem albo podzieleniem. I tak, kamień litewski równa się 40 funtóm, bela = 150 funtom, centnar = 200 funtóm, bierkowiec albo szyffunt = 400 funtóm. Mark = $\frac{1}{2}$ funta; uncya = $\frac{1}{6}$ funta; lót = $\frac{1}{24}$ funta; karat menniczy = $\frac{1}{8}$ funta; drachma (*gros*) = $\frac{1}{24}$ funta; skrupuł (*denier*) = $\frac{1}{24}$ funta; karat = $\frac{1}{20}$ funta; grau = $\frac{1}{20}$ funta; ass = $\frac{1}{20}$ funta.

Funt aptekarski (℥) = 12 uncjom (ʒ) = 96 drachmom (ʒ) = 288 skrupułom (ʒ) = 5760 granom (*gr*).

Do nowych wag francuzkich za iedność obrano *gramm*, to jest ciężar wody czystey w temper. 3^o,5 R. pod objętością centymetru kubicznego. Dekagramm = 10 grammom, hektogramm = 100 grammom, kilogramm = 1000 grammom, myriagramm = 10000 grammom. Decygramm = $\frac{1}{10}$ części gramma, centygramm = $\frac{1}{100}$ gramma, milligramm = $\frac{1}{1000}$ gramma.

Następująca tablica wyraża stosunek funtów w rozmaitych kraiach używanych a ocenionych przez grammy:

	gramm.
Funt amsterdamski <i>troy</i> (16 unc.) . . .	492,0000.
— — handlowy (16 unc.) . . .	493,9262.
— — aptekarski (12 unc.) . . .	369,0030.
— angielski <i>troy weight</i> (12 unc.) . . .	373,1353.
— — królewski	680,4219.
— — avoirdupois (16 unc.) . . .	453,6146.
— bawarski handlowy (32 łot.) . . .	560,0000.
— — aptekarski (12 unc.) . . .	360,0000.
— — menniczy (32 łot.) . . .	467,7401.
— czeski czyli pragski	614,3465.
— duński handlowy (32 łotów) . . .	499,5477.

	gramm.
Funt duński menniczy (16 unc.) . . .	471,5364.
— francuzki dawniejszy (<i>poids de marc</i>)	489,5062.
— hamburski handlowy (32 łot.) . . .	484,3168.
— — menniczy (2 marki)	467,3835.
— hiszpański handlowy (16 unc.) . . .	460,2931.
— — lekarski (12 uncyy)	345,0276.
— — menniczy (16 unc.)	460,8698.
— koloński handlowy (32 łot.) . . .	467,7401.
— — menniczy (16 unc.)	467,7400.
— krakowski handlowy (16 unc.) . . .	404,8467.
— — menniczy	397,6394.
— litewski handlowy (32 łot.) . . .	374,8287.
— nuryberski lekarski (12 unc.) . . .	357,6639.
— petersburski handlowy i lekarski (32 łot.)	408,9786.
— szwedzki menniczy (32 łot.) . . .	421,2788.
— — górniczy (32 łot.)	375,8260.
— — aptekarski (12 unc.)	356,3187.
— turecki (<i>oka od 400 dramów</i>) . . .	1275,6560.
— warszawski handlowy (32 łotów) . . .	405,2279.
— wenecki handlowy (<i>lib. grossa</i>) . . .	494,0000.
— — menniczy (16 unc.)	477,4800.
— — aptekarski (<i>peso sottile</i>) . . .	302,0253.
— wiedeński handlowy (32 łot.) . . .	560,0120.
— — menniczy (32 łot.)	561,2880.
— — apteczny (12 unc.)	420,0000.
— wrocławski handlowy (32 łot.) . . .	405,2310.
— zürichski (<i>cięższy od 18 unc.</i>) . . .	526,9834.
— — (<i>lżejszy od 32 łot.</i>)	468,6050.