

Starověk

-2750: Určité ryby dokáží udeřit bez dotyku.
Tyto údery mohou mít léčivé účinky.



-600: Třením určitých materiálů,
např. jantarové tyče s kočičí kožešinou, vzniká jev, který:
- dává podobné rány jako ty ryby
- přitahuje lehké předměty, třeba peří

-247 až -224: Bagdádské baterie
Roku 1936 nalezeno něco jako
galvanické články. Účel nezjištěn.

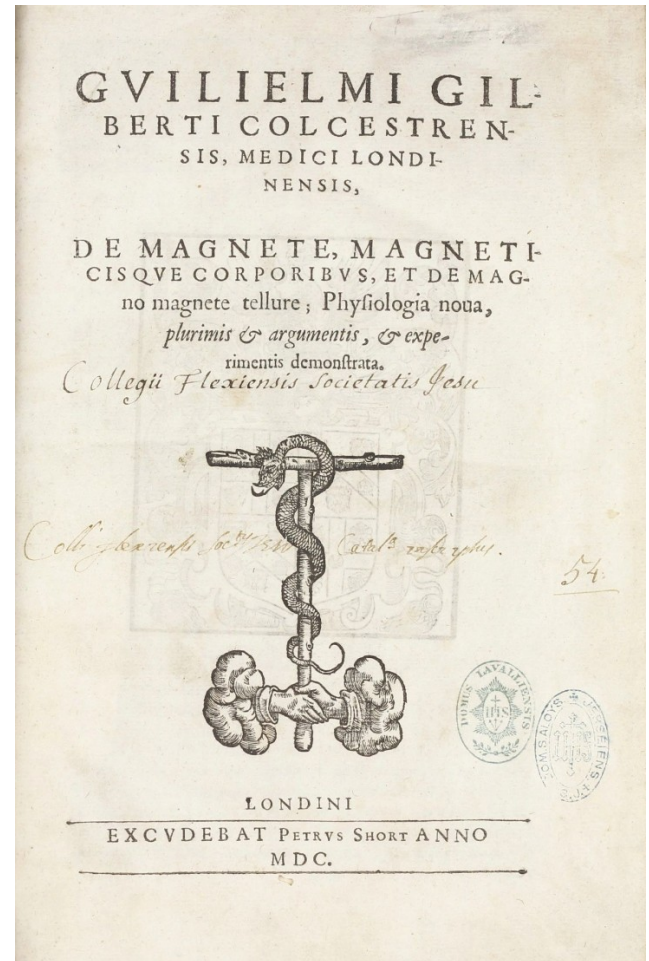


Máte doma kočku a jantarovou tyč?

1600 – William Gilbert

Popis tehdy známých elektrických a magnetických jevů.

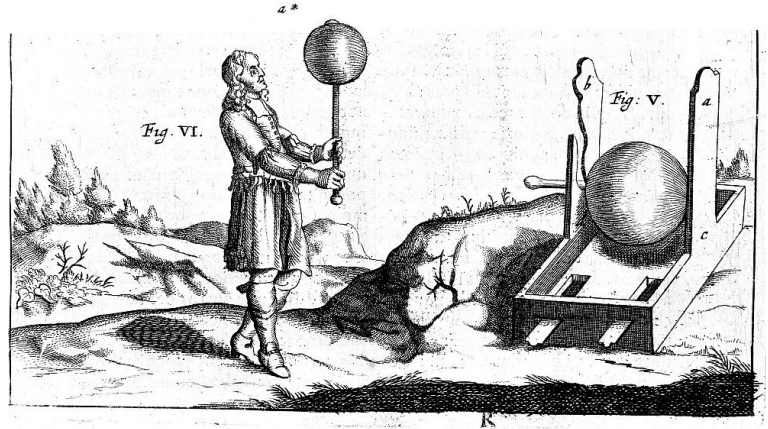
Použil název „electricus“
česky „z jantaru“.



1650 – Otto von Guericke

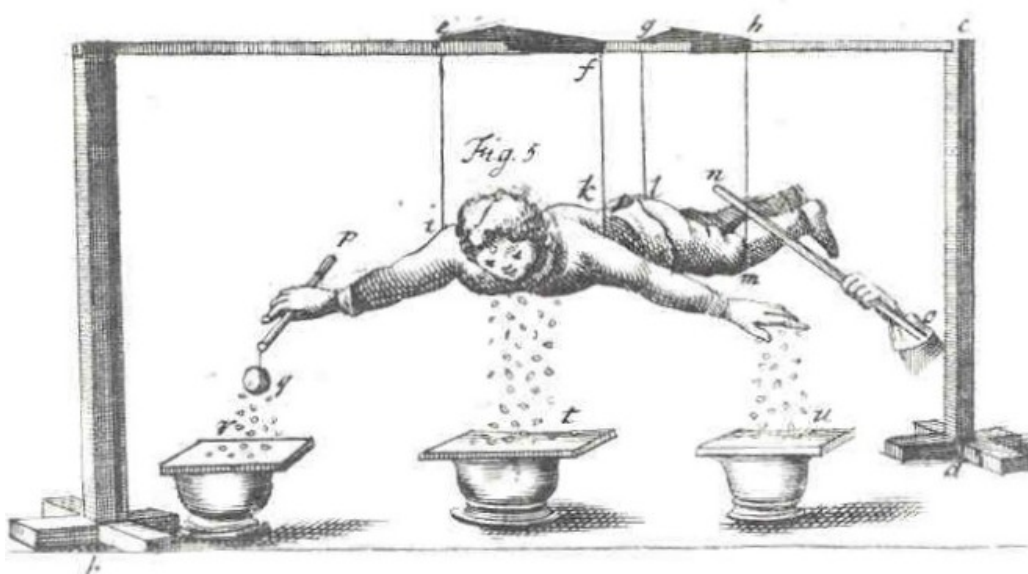
Elektrostatický generátor
s třením sírné koule o ruce

Proslavil se ale zejména
veřejnými demonstracemi vakua



1734 – Stephen Gray

Zjištění, že elektrický náboj může být přenášen na dálku.
Jako nejlepší vodiče identifikoval kovy.





Cured of the Dropsey & Gout in the Stomach.

That round Vigour! that full-toned juvenile
 "Virility which speaks so cordially and so"
 "Effectually home to the Female Heart,"
 "Conciliating its Favour & Friendship,"
 "And rivalling its Intense Affections,"
 "Away thou German Maggot killer, thy
 Fame is not to be compared
 to mine -"

Dare you was see de Vonders of the World,
 Which make de hair stand on tiptoe, Dare
 you was see mine Tamb and mine firdgar,
 Fire from mine firdger and Feaders on mine
 Tamb - Dare you was see de Gun Fire viddout
 Devil at mine, A - e - O Vonders!
 Vonders! Vonder full Vonders!

away with it my Dear son
 I'll find fire eternally
 for you.

GOG
 MAGOG

Temple
 of
 Health
 of
 Hymen.

Prime conductor
 Gentle restorer

Largest in the World

CELESTIAL MUSICK

Bastinley Cherry

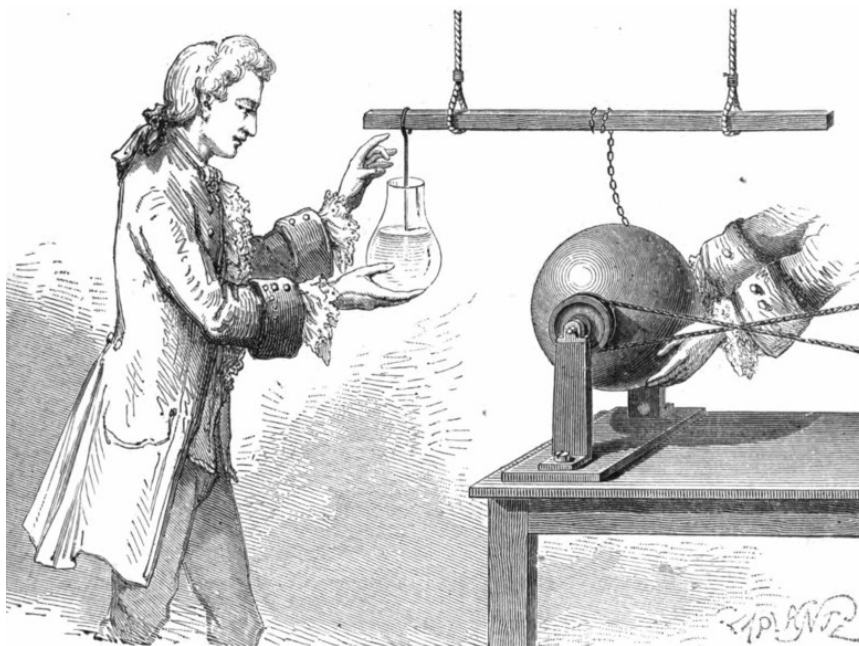
Musk Battery

Reservoir
 for
 Dead Insects
 destroyed
 by
 Drkatter

The QUACKS.

1745 – Pieter van Musschenbroek

Leydenská lahev – první kondenzátor

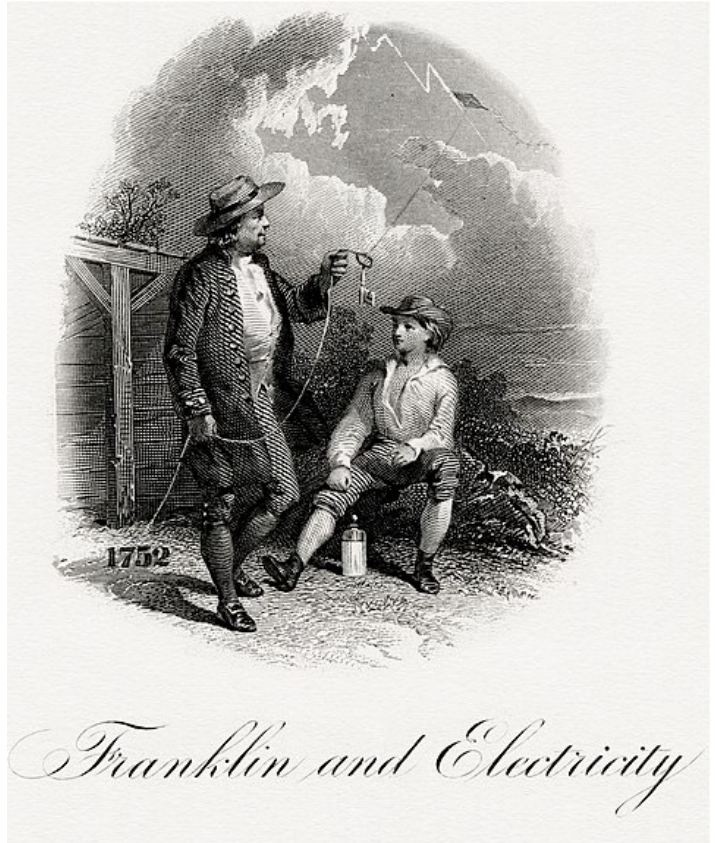
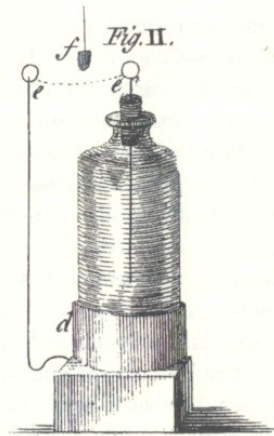


1752 – Benjamin Franklin

Experimentální ověření,
že **blesk je elektrický jev.**

Dále:

- **vynález hromosvodu**
- **první deskový kondenzátor**
- elektrostatické
pohyblivé
přístroje
- elektrostatické
generátory



1773 – Luigi Galvani

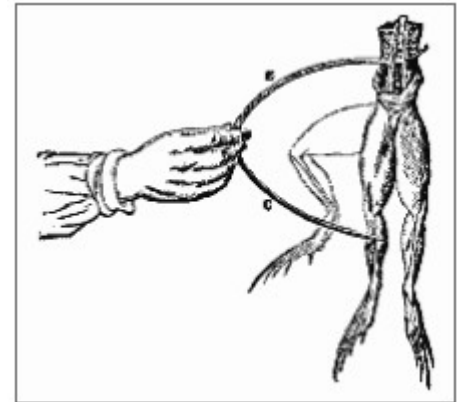
Objev, že žabí stehýnka na kovové podložce se škubají při kontaktu nože s nervem, pokud je u toho běžící elektrický přístroj.

Pokračování: Stahy žabího stehýnka,

- je-li za bouřky připojeno mezi dům a studnu.
- ležícího na ocelové podložce při dotyku s mosazí spojenou s podložkou.
- při dotyku spojených drátů z mědi a zinku.

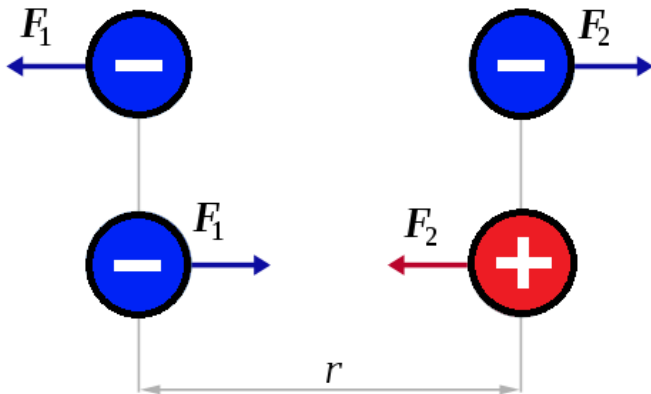
1791 Publikace o bioelektromagnetizmu

- Neurony přenášejí elektrické impulzy do svalů.
- Živočišná elektřina

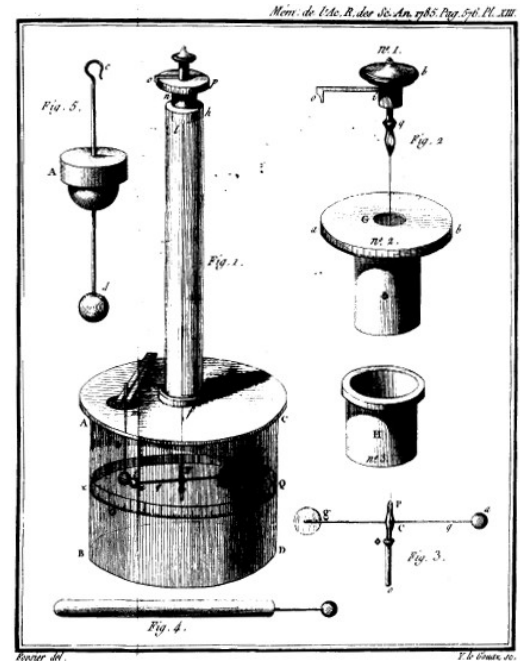


1785 – Charles-Augustin de Coulomb

Zákon síly působící mezi elektrickými náboji:
Coulombův zákon



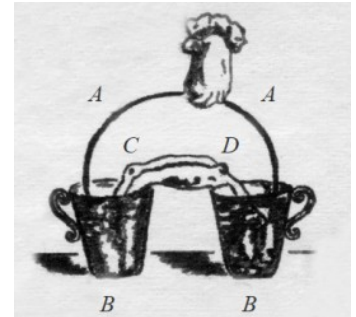
$$|\mathbf{F}_1| = |\mathbf{F}_2| = k_e \frac{|q_1 \times q_2|}{r^2}$$



Po Coulombovi pojmenována jednotka elektrického náboje: **1 C = 1 A · 1 s**

1794 – Alessandro Volta

Objevil **termoelektrický jev**, generující elektrický proud při rozdílu teplot mezi spoji železné tyče s dráty. Proud způsoboval stahy žabích stehýnek.

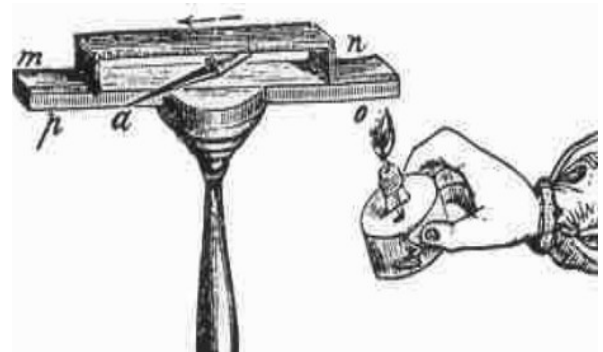


1821 Seebeck jev znovu objevil a podrobněji popsal. Nyní je znám jako **Seebeckův jev**.

1834 Peltier objevil, že funguje i obráceně, tedy elektrický proud přenáší teplo mezi spoji různých kovů: **Peltierův jev**

1851 Thomson objevil, že Seebeckův koeficient je teplotně závislý:

Thomsonův jev



1800 – Alessandro Volta

Vytvoření spolehlivě fungujícího galvanického článku ze zinkové a měděné elektrody v kyselině sírové.

Tzv. **Voltův článek**. Napětí 1 volt.

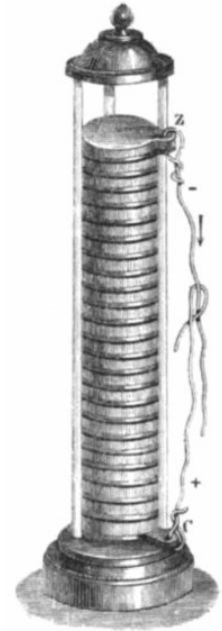
Sestavení baterie z více článků – **Voltův sloup**.

Více sériově spojených článků dává větší rány do jazyka, ještě více nejen tam.

Galvaniho elektrina není živočišná, je to výsledek reakce kovů.

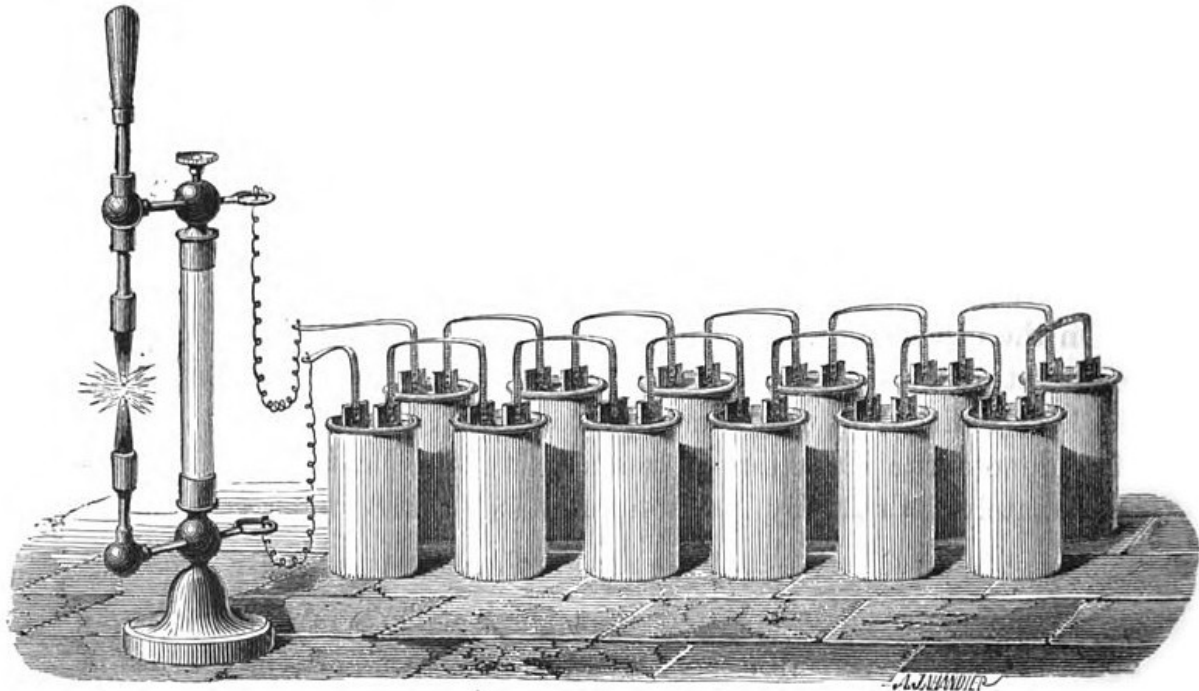
Seřazení kovů podle **elektrochemických potenciálů**:

Čím jsou kovy od sebe dále v tabulce, tím větší rány dává článek.



1800-1809 – Sir Humphry Davy

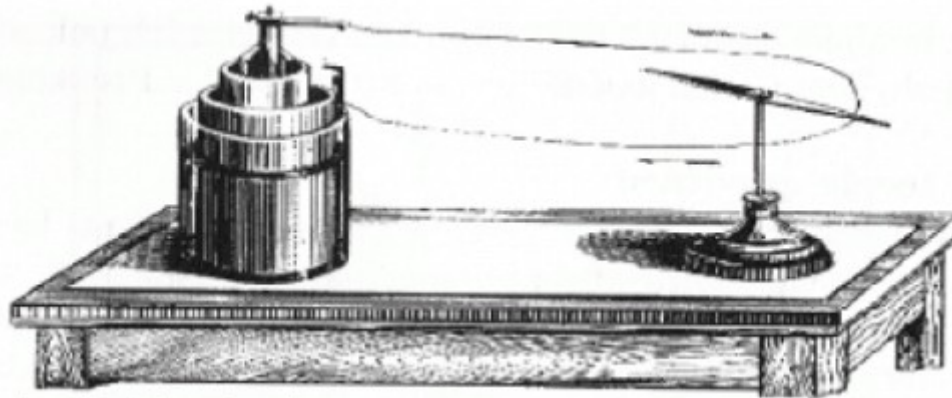
Vynález obloukové lampy a žárovky, zatím ale ne prakticky použitelné



1820 – Hans Christian Ørsted

Objev souvislosti elektřiny a magnetizmu

Předvedl experiment, kdy je průchodem proudu drátem vychylována střelka kompasu.

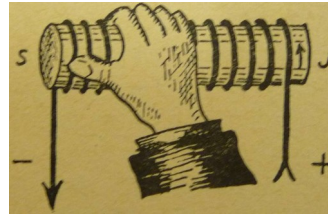


1820 – André-Marie Ampère

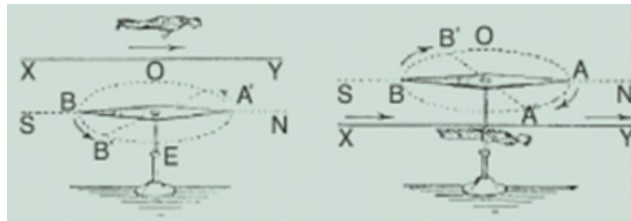
Cívka kterou prochází elektrický proud, vyvolává magnetické účinky.

Vynalezl **galvanometr** – první přístroj na měření elektrického proudu.

Pravidlo pravé ruky
(původně pravidlo plavce)

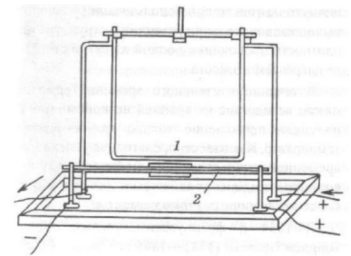
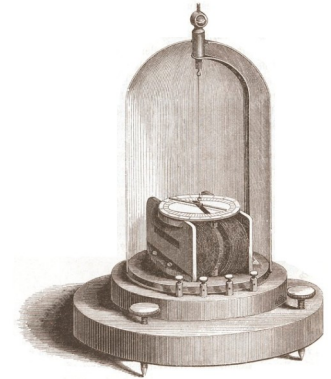


Ampérův zákon:
 $F = B I l \sin \alpha$



A další elektro-magnetické vztahy.

Po Ampérovi pojmenována jednotka proudu, definována silou mezi vodiči

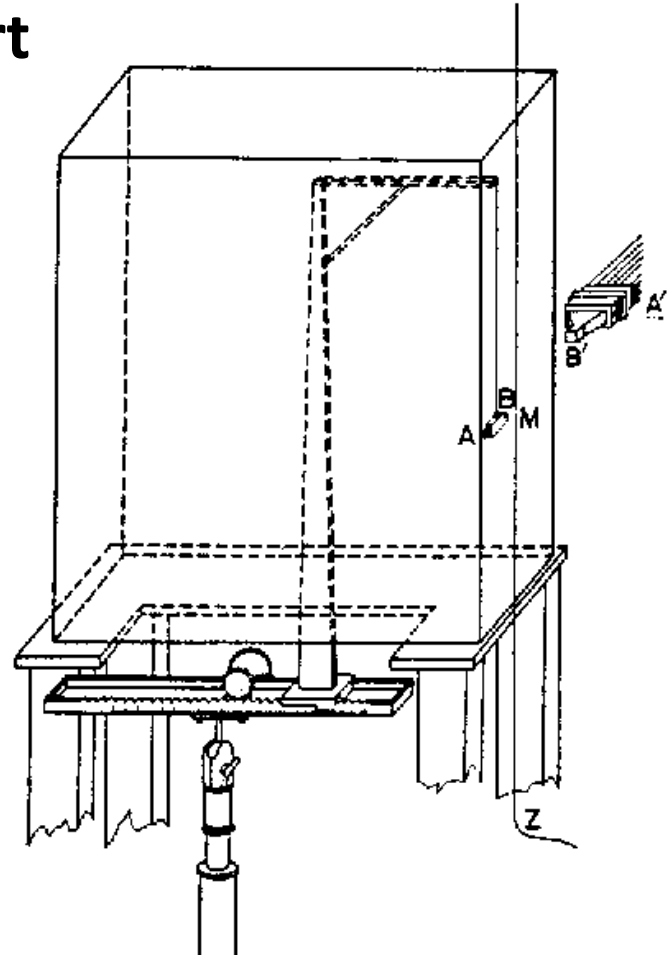


1820 – J. B. Biot a F. Savart

Objevili zákon skládání účinků zdrojů magnetického pole:

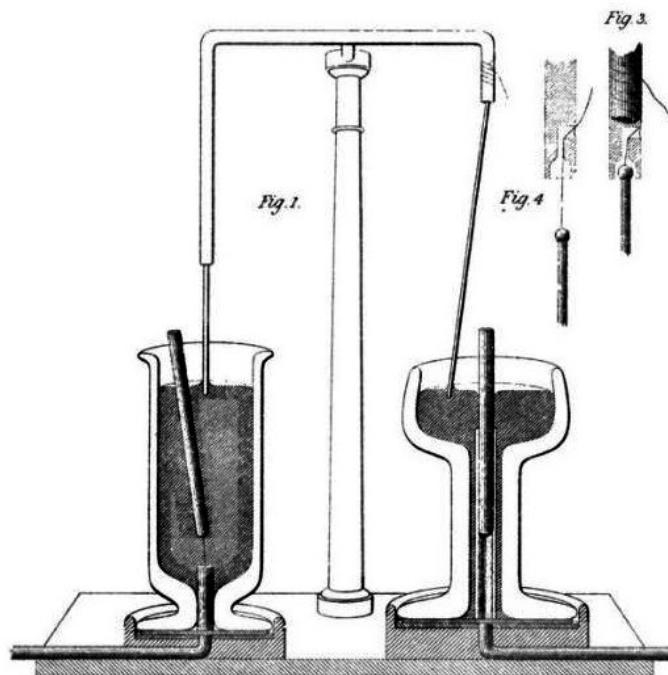
Biot-Savartův zákon

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi} \cdot \int \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$



1821 – Michael Faraday

Objev elektromagnetické rotace, základu elektromotorů

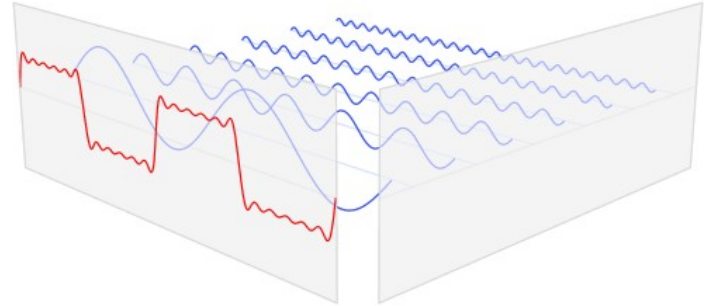


1822 – Joseph Fourier

Fourierova transformace

Jakákoli funkce, spojitá i nespojitá, může být převedena na součet sinů a kosinů různých frekvencí a amplitud.

Tehdy žádné praktické využití, o 200 let později bychom si bez toho ani nezavolali mobilem.



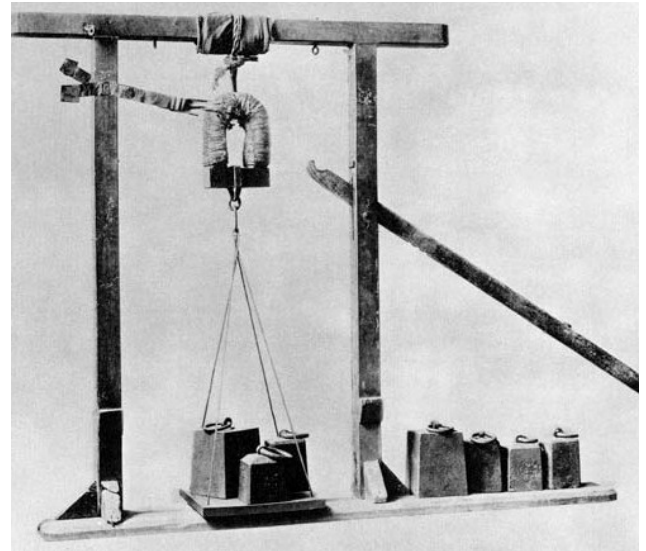
1825 – Joseph Henry

Vynález elektromagnetu

1831 – Sestrojen prakticky použitelný elektromagnet pro ocelárnu, navinutý izolovaným drátem

A další elektromagnetické experimenty

Uvažoval o tom, že **elektřina má dva parametry, něco jako síla a tok.**

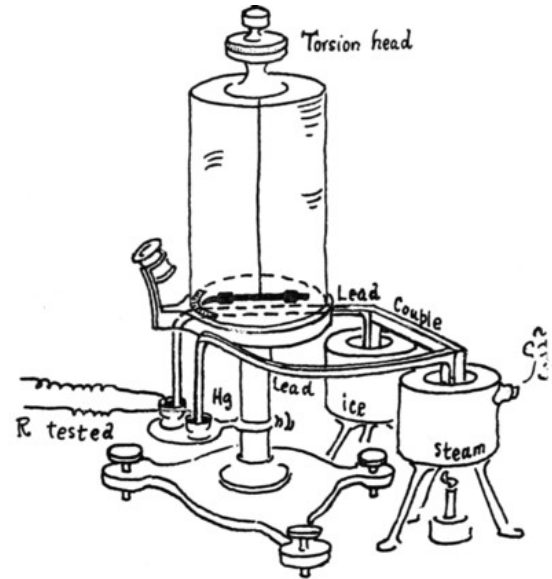


1827 – Georg Simon Ohm

Formulace Ohmova zákona

$$I = \frac{U}{R}$$

Henry měl pravdu, napětí je síla, která uvádí do pohybu tok elektrického proudu. A ten je bržděn odporem.



Po Ohmovi pojmenována jednotka odporu: **1 Ω = 1 V/A**

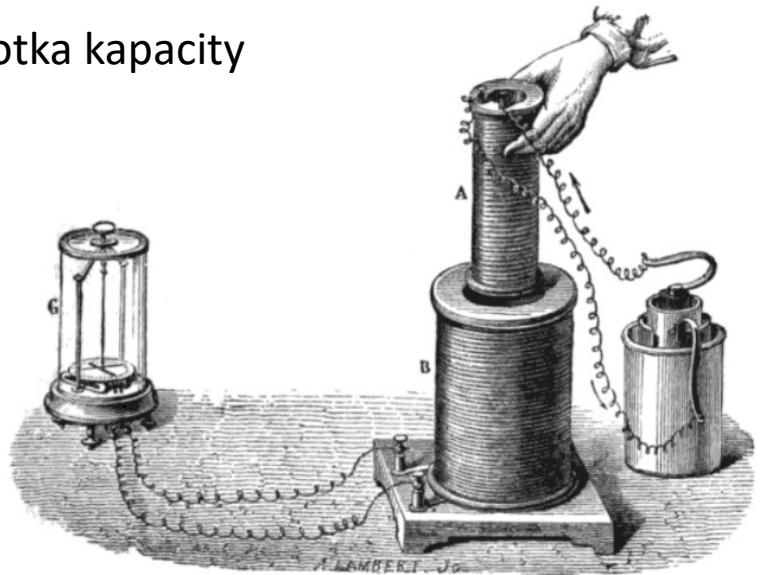
1831 – Michael Faraday

Objev **elektromagnetické indukce**, základu generátorů a transformátorů
Formuloval **zákon elektromagnetické indukce**.

Později dva zákony elektrolýzy, všechny 3 se po něm jmenují Faradayovy.

Po Faradayovi pojmenována jednotka kapacity

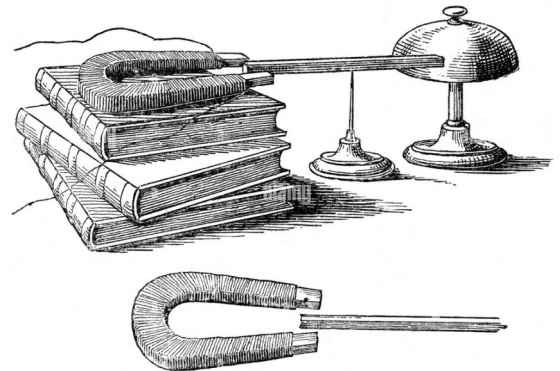
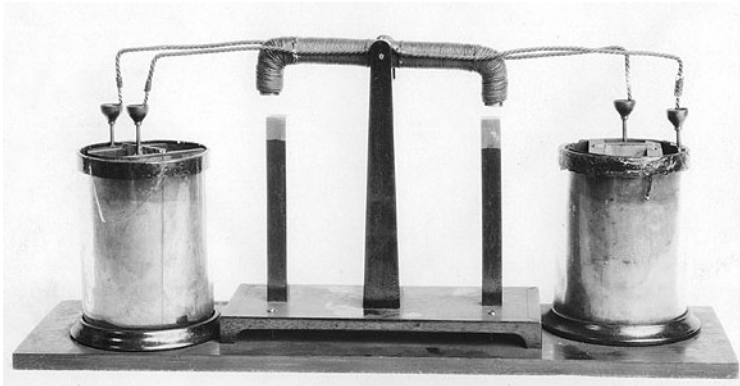
Farad: **1 F = 1 V/s při 1 A**



1831 – Joseph Henry

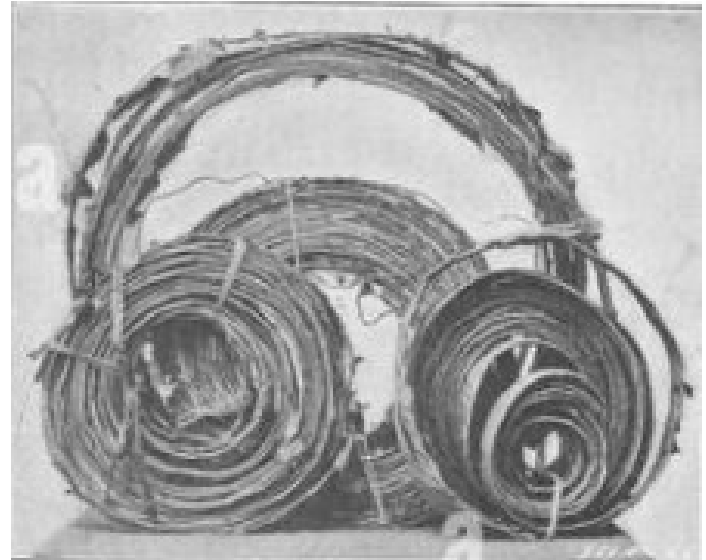
Sestrožil oscilační elektromotor

Předveden elektrický zvonek napájený ze vzdálenosti 1 míle



1832 – Joseph Henry

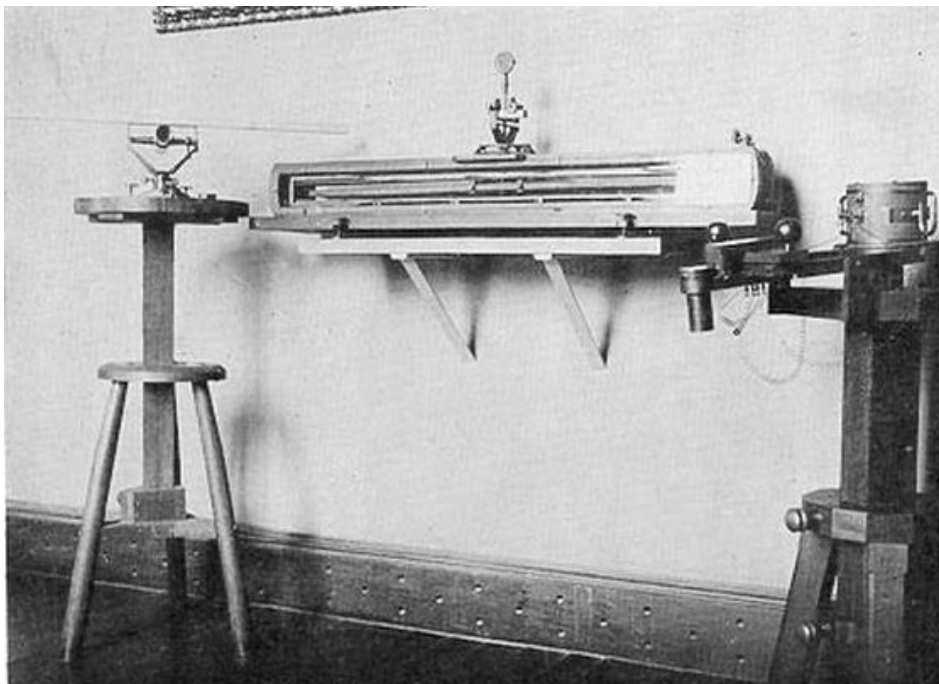
Objevil **vlastní indukčnost** – samoindukci



Později po něm pojmenována jednotka indukčnosti: **1 H = 1 A/s při 1 V**

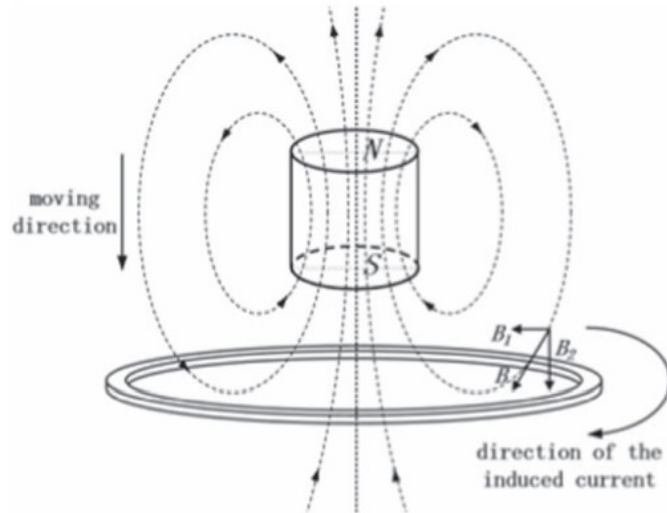
1833 – C. F. Gauss a W. E. Weber

Předveden první elektromagnetický telegraf použitelný na 1 km



1834 – Heinrich F. E. Lenz

Lenzův zákon: Indukovaný proud má takový směr, že magnetické pole tímto proudem vzbuzené, působí proti změně, která proud indukovala.

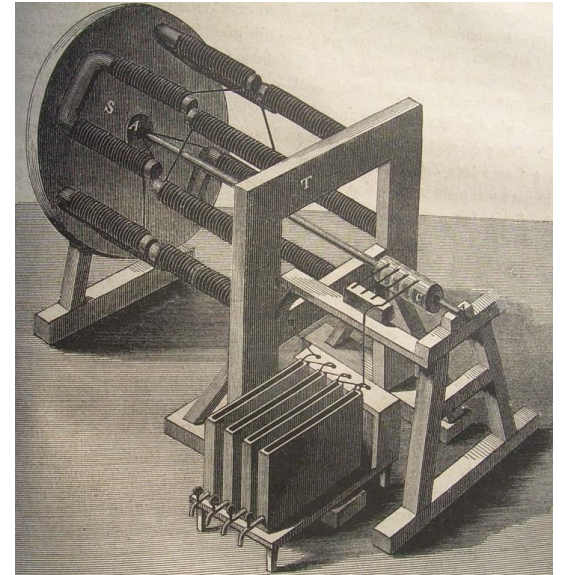


1834 – Moritz Hermann von Jacobi

První provozuschopný elektromotor

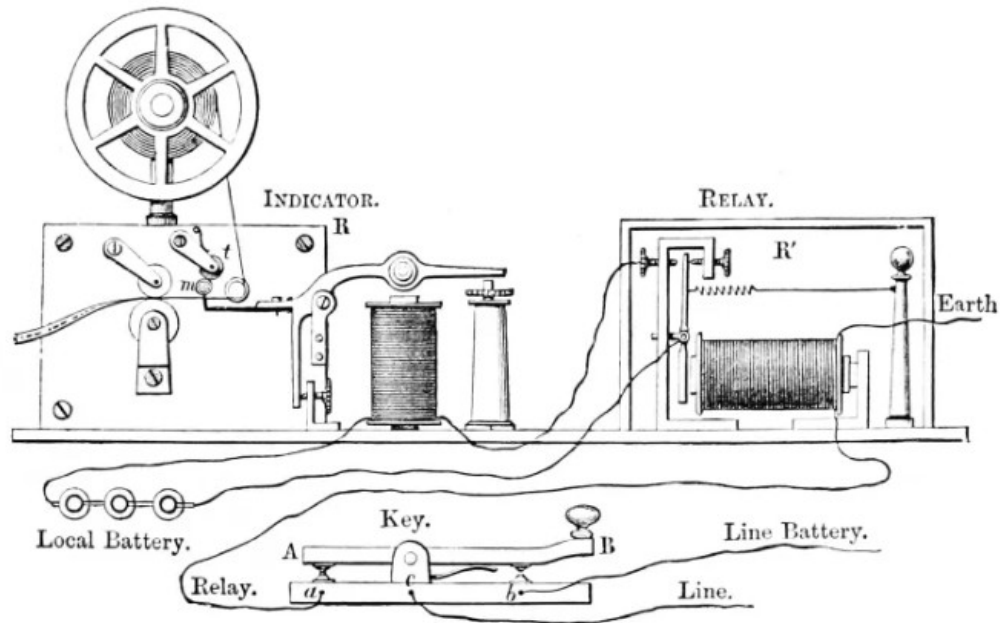
1838 – Elektrický člun na řece Něvě

Kvůli drahým bateriím musel pokusů zanechat.



1835 – Joseph Henry

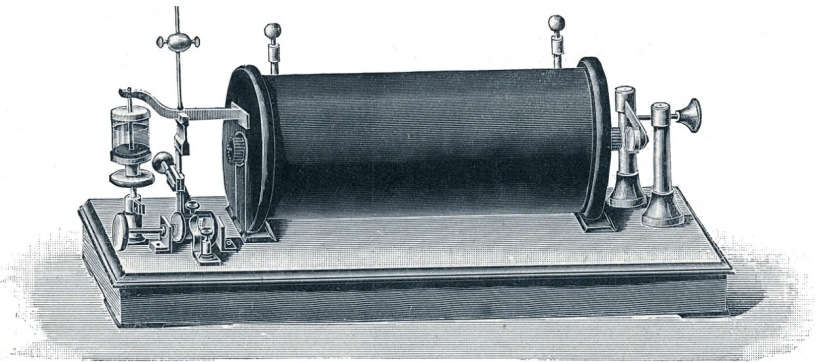
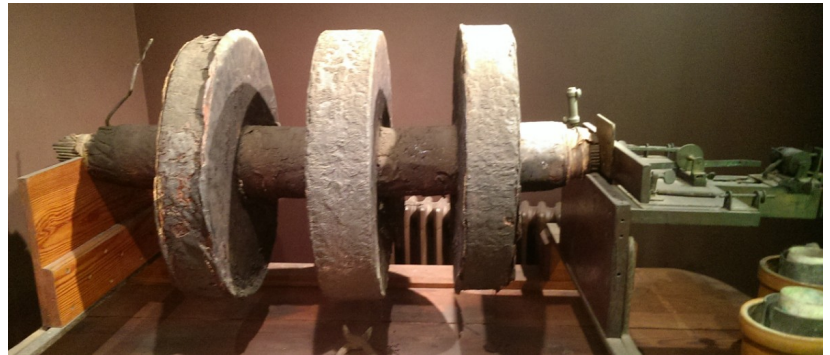
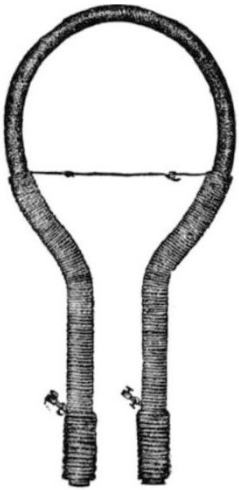
Vynalezl **elektromagnetické relé**, původně pro pomocnou signalizaci u telegrafu. Později využil Morse ke zvýšení dosahu telegrafu.



1836 – Nicholas Callan

Vysokonapěťový generátor založený na elektromagnetické indukci

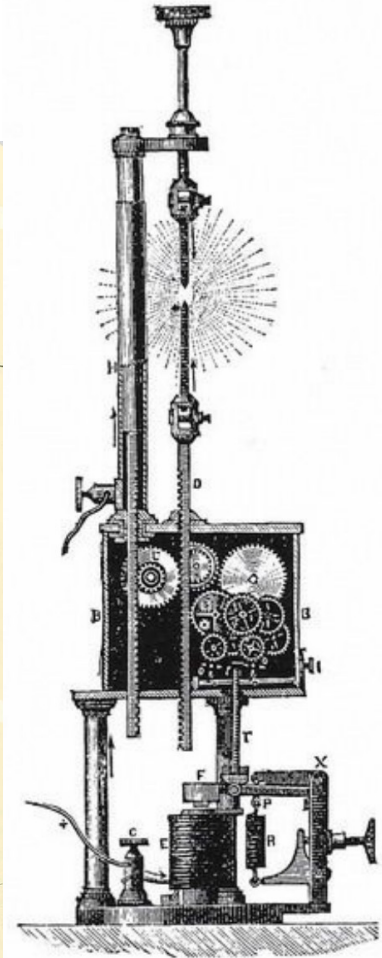
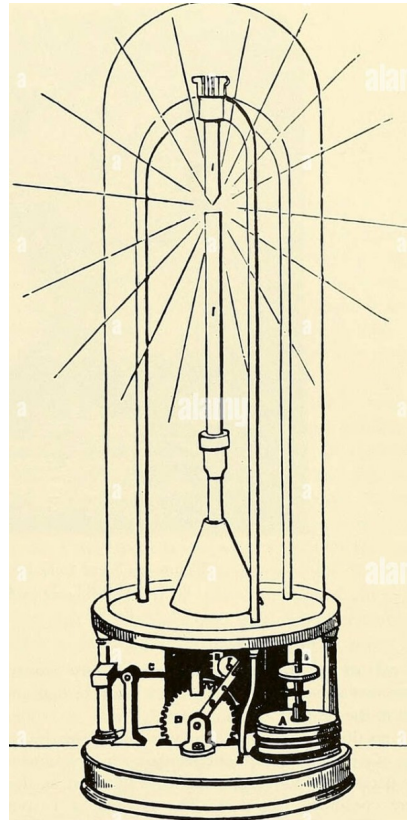
Později vylepšován dalšími vědci, dnes znám jako **Ruhmkorfferův transformátor**



1844 – Léon Foucault

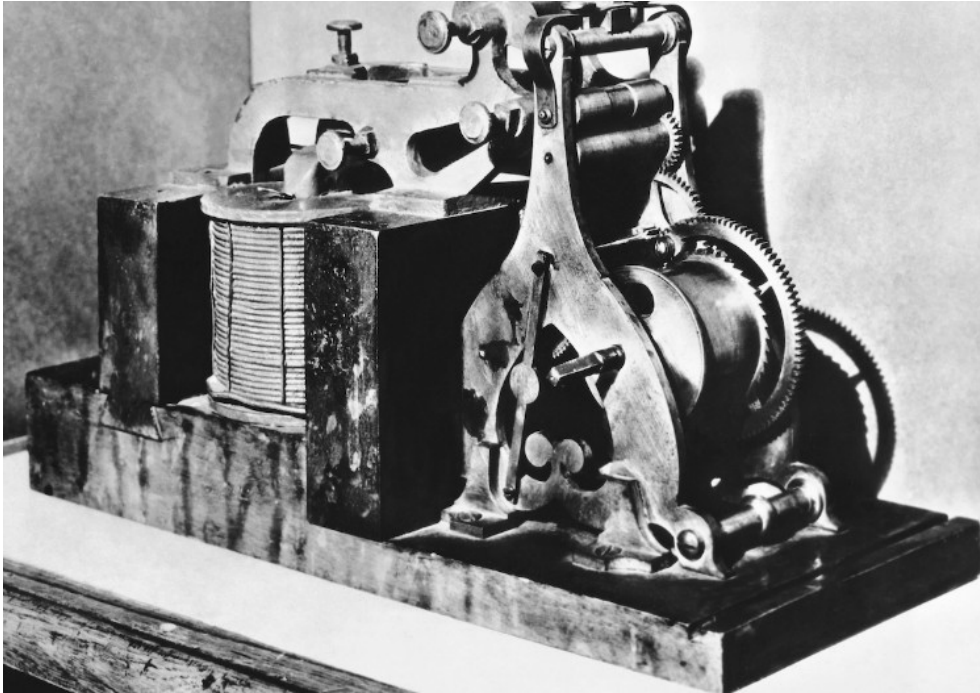
Prezentoval obloukovou lampu se samočinným seřizováním elektromagneticky spouštěným hodinovým strojem.

Samoseřizování obloukových lamp dále zdokonalovali další vynálezci, až po Křižíkovu zpětnovazební regulaci 1880.



1844 – Samuel Morse

Představen zásadně zlepšený telegraf, poslána zpráva na 50 km



1850 – G. R. Kirchhoff

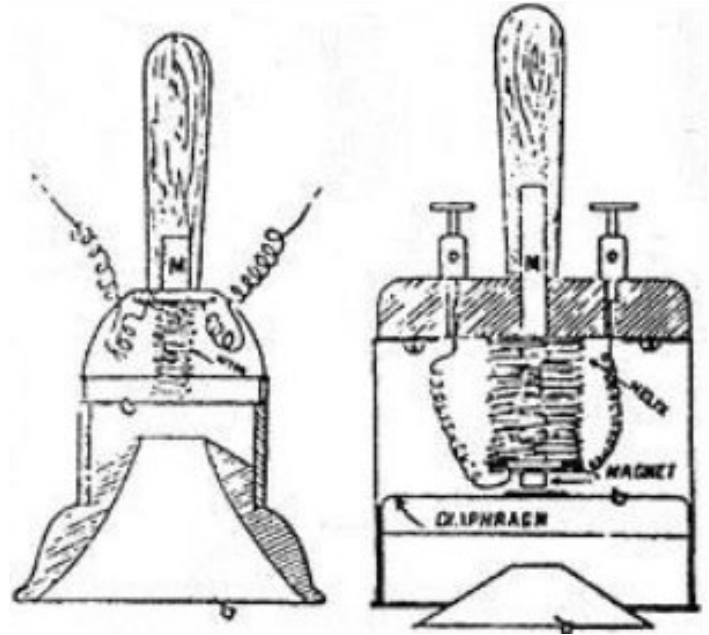
Kirchhoffovy zákony

- Součet proudů do uzlu vcházejících roven součtu proudů vycházejících.
(Součet proudů v uzlu je roven nule)
- Součet úbytků napětí na spotřebičích v uzavřené smyčce je roven součtu napětí zdrojů.
(Součet napětí ve smyčce je roven nule)

1849 – Antonio Meucci

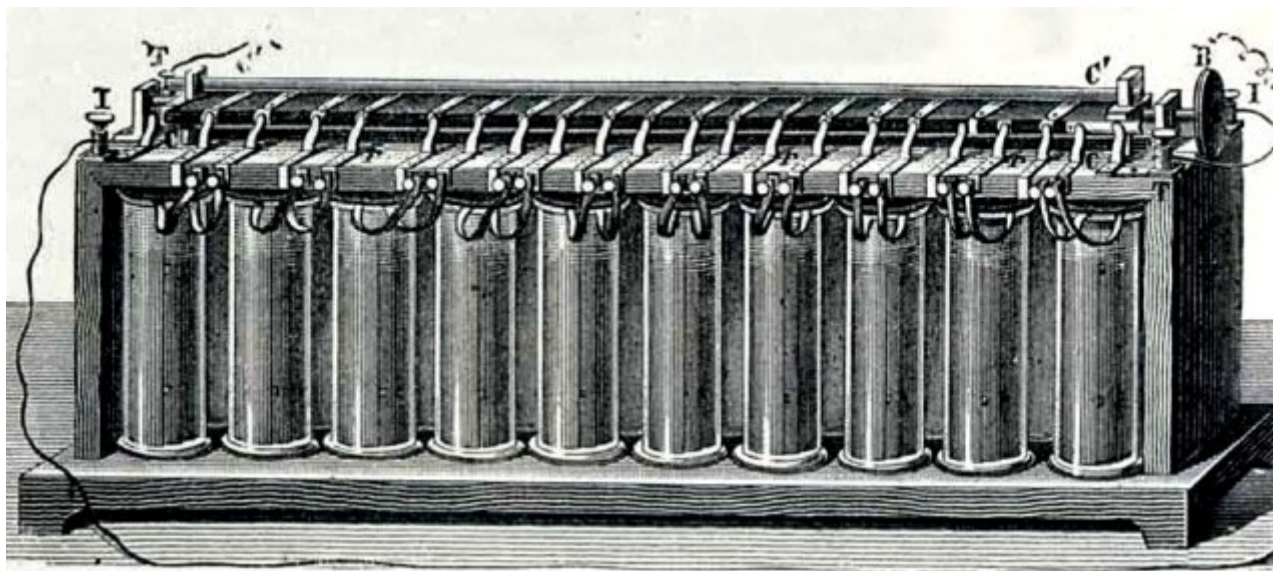
Sestrojil první telefon.

1860 předvedl v New Yorku,
1871 patentoval,
1874 patent vypršel a pro
nedostatek peněz nebyl prodloužen.
1876 telefon patentoval **A. G. Bell**.



1859 – Gaston Planté

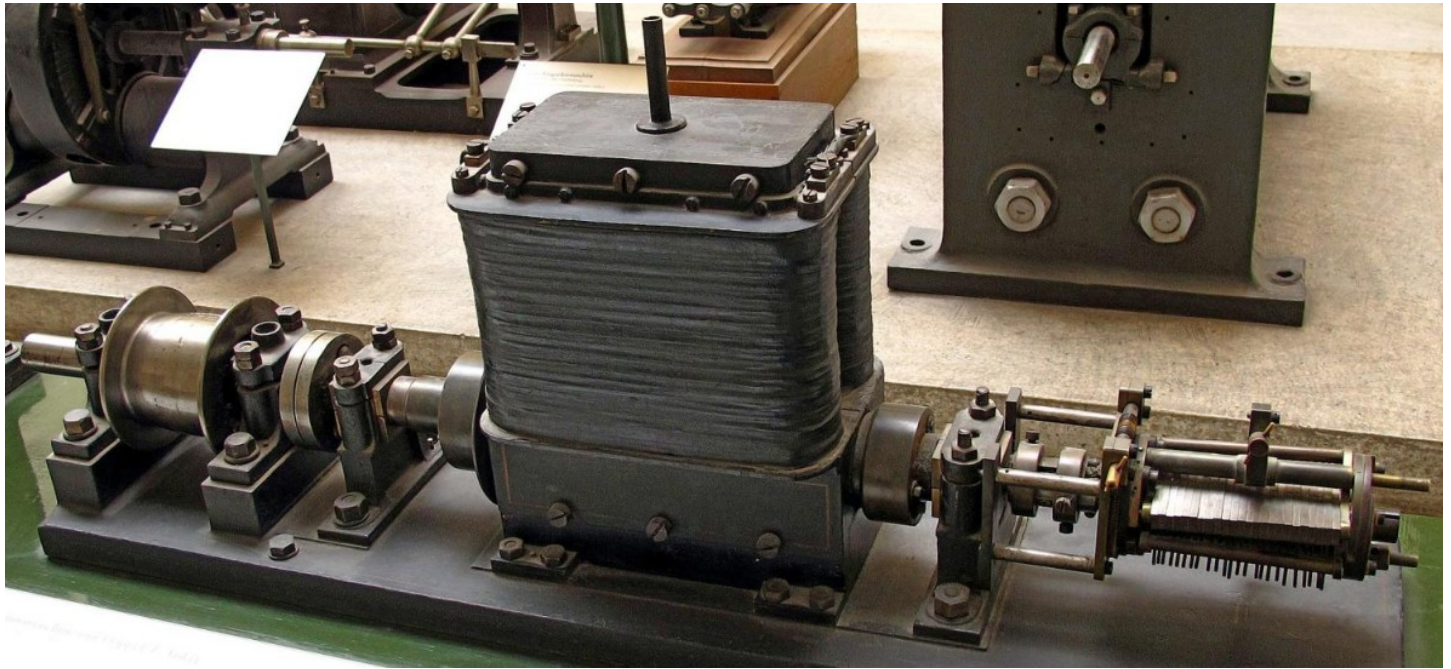
Vynález olověného akumulátoru



Mizerné parametry, **1881 C. A. Faure** výrazně vylepšil

1866 – Werner von Siemens

První dynamo s elektromagnety místo permanentních magnetů,
první výkonnější zdroj elektrické energie

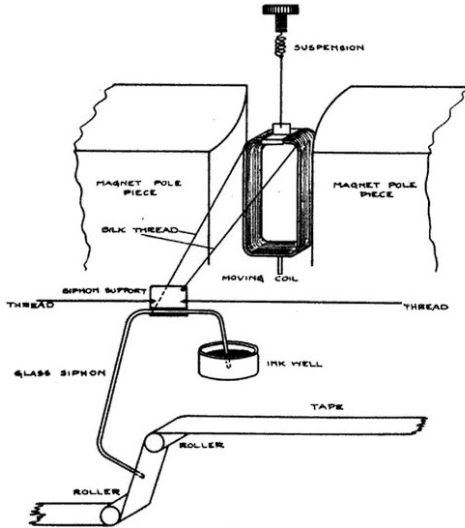


Po Siemensovi pojmenována jednotka vodivosti: $S = 1/\Omega$, $1 S = 1 A/V$

1866 – Cyrus W. Field, W. Thomson a další

První dlouhodobě fungující **transatlantický telegrafní kabel**

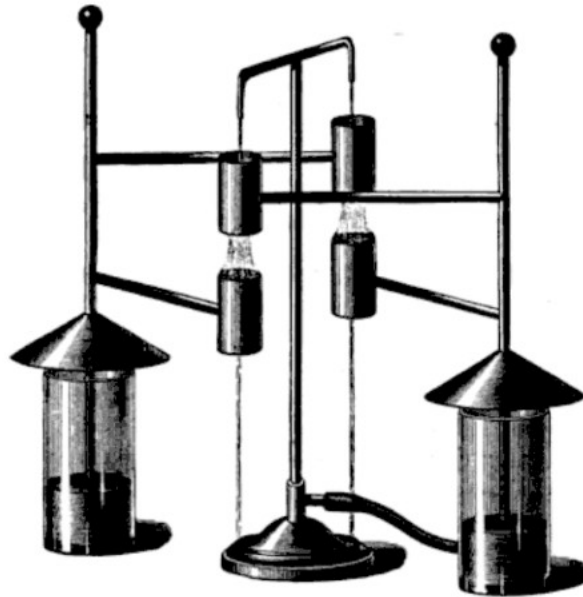
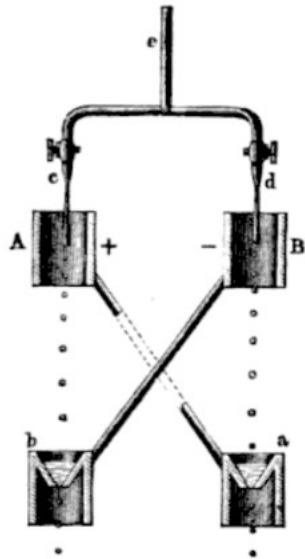
Thomson za vynález zrcátkového galvanometru, násoskového zapisovače a další zásluhy povýšen do šlechtického stavu jako **lord Kelvin**.



Po Kelvinovi pojmenována jednotka teploty, s nulou na nulové t. energii.

1867 – W. Thomson

Experiment: Elektrostatický indukční generátor s přenosem náboje kapkami vody. – **Kelvinovo kapátko**



1872 – J. C. Maxwell

Na základě předchozích, zejména Faradayových výzkumů, sestavil

Maxwellovy rovnice

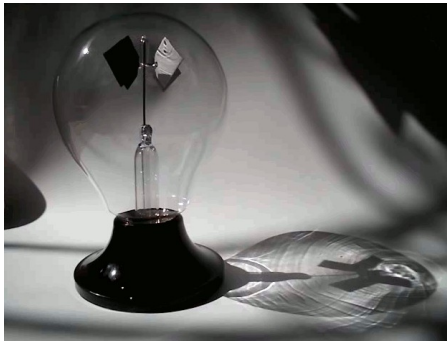
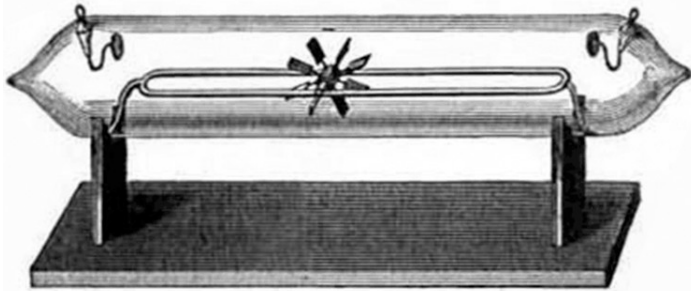
$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, & \operatorname{div} \vec{D} &= \rho, \\ \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j}, & \operatorname{div} \vec{B} &= 0, \end{aligned}$$

E	intenzita el. pole	V/m
H	intenzita mag. pole	A/m
D	elektrická indukce	C/m ²
B	magnetická indukce	T
j	proudová hustota	A/m ²
ρ	hustota el. náboje	C/m ²
t	čas	s

- Světlo jsou **elektromagnetické vlny**. Jejich rychlost ve vakuu je pro všechny stejná, nezávisí na rychlosti pohybu pozorovatele, ani zdroje vln.
- Člen $\partial \vec{D} / \partial t$ je **Maxwellův posuvný proud**, který prochází např. prostorem mezi deskami kondenzátoru a má stejné magnetické účinky, jako proud „skutečný“.

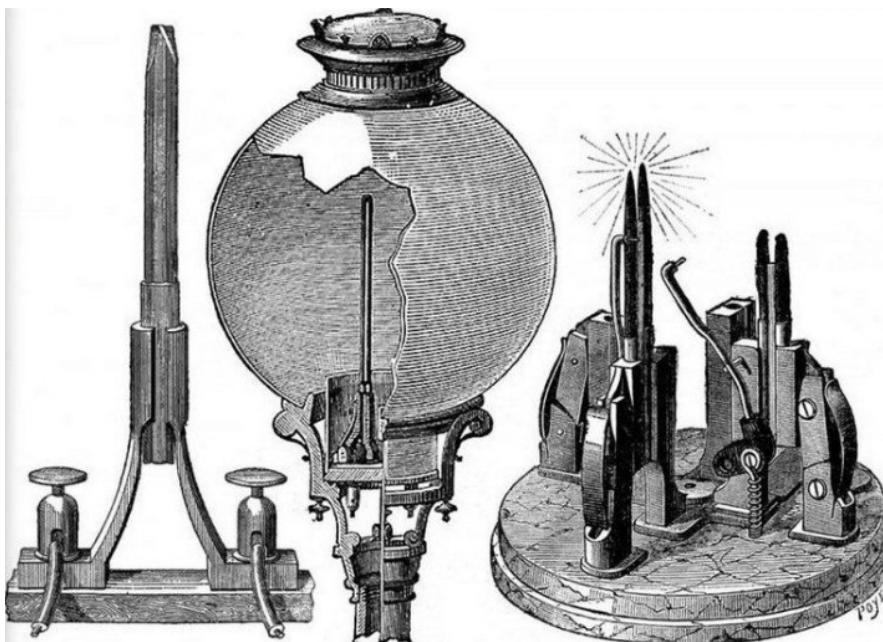
1875 – William Crookes

Vynalezl Crookesovu (katodovou) trubici,
později Crookesův mlýnek atd.



1876 – Jabločkov

Patentoval Jabločkovovu svíčku, obloukovou lampu, která hoří jako svíčka a nevyžaduje seřizování.



1878 – Joseph Swan

Demonstrace první použitelné **žárovky s uhlíkovým vláknem** ve vakuu, Spolku chemiků z Newcastleu.

Patentováno na území Británie.

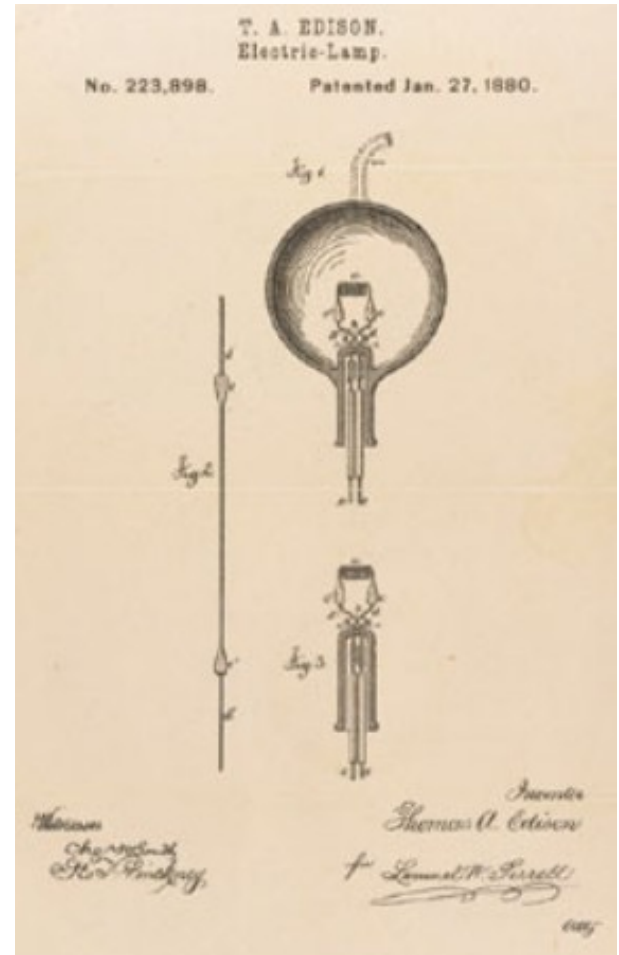


1880 – T. A. Edison

V USA patentoval žárovku s uhlíkovým vláknem ve vakuu.

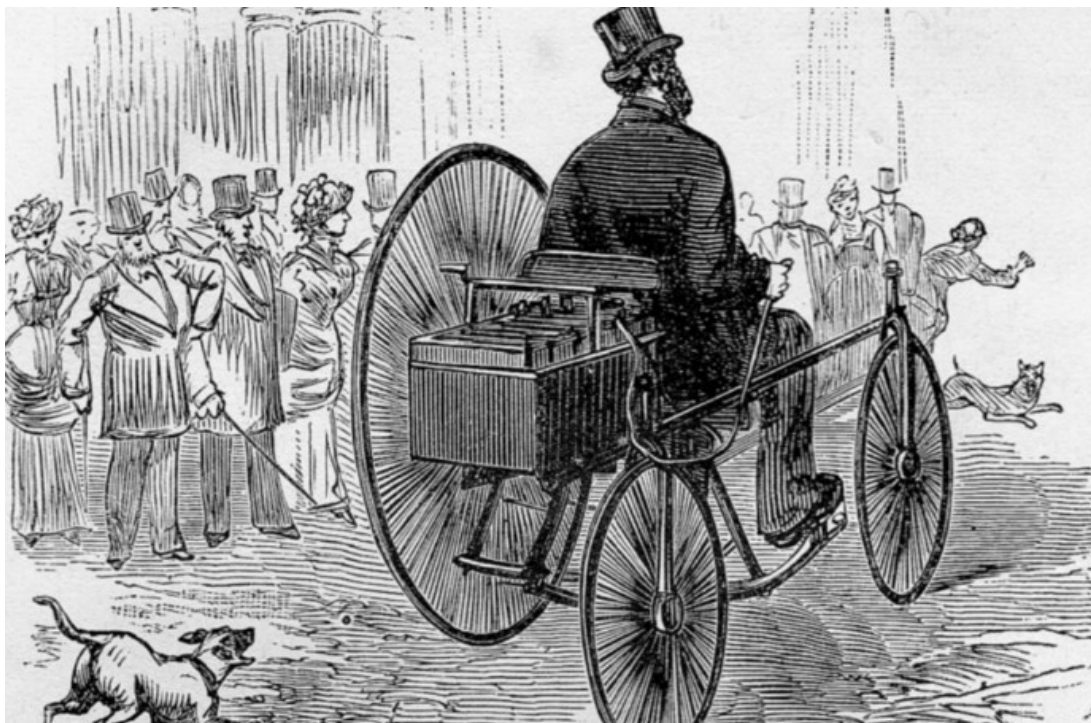
Po expanzi do Británie soudní spor se Swanem.

Prohrál a z Britské pobočky vznikl Ediswan.



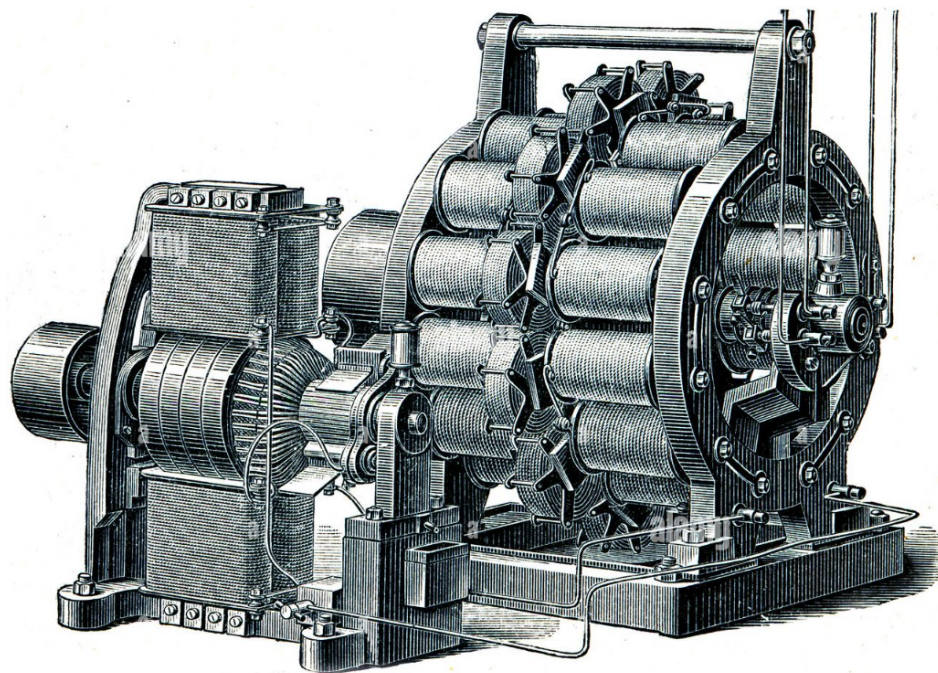
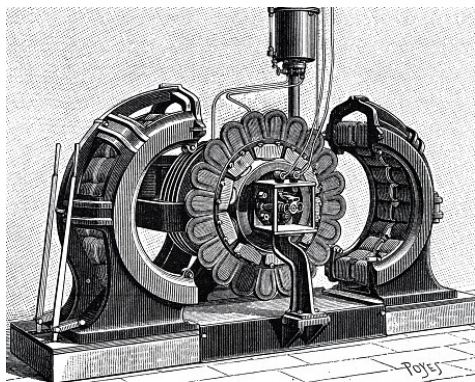
1881 – Gustave Trouvé

Předvedl první elektromobil



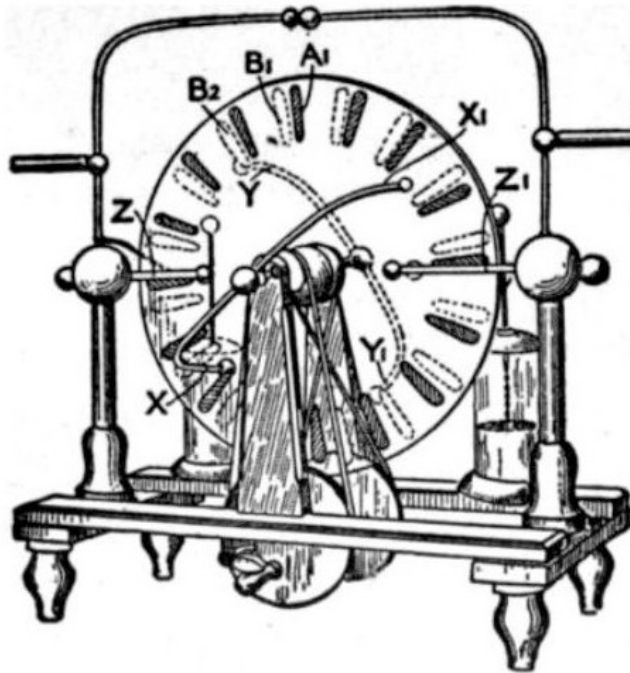
1882 – S. Z. de Ferranti

Sestrojení prvního třífázového alternátoru
„Ferranti dynamo“



1880-1883 – James Wimshurst

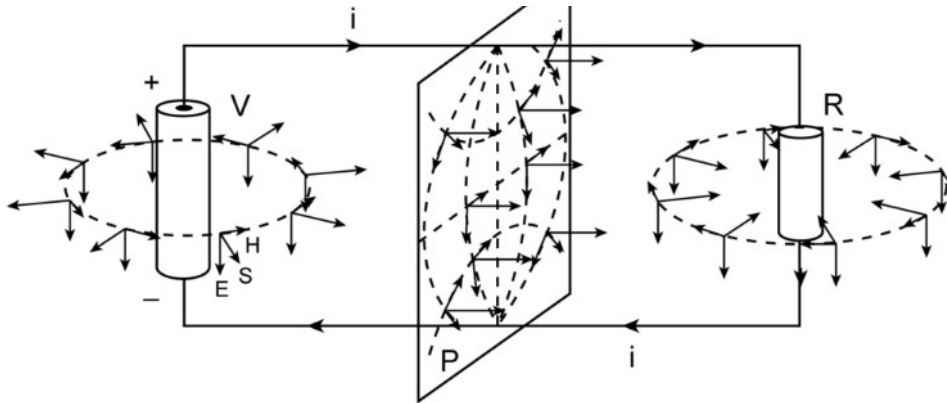
Vynález elektrostatického generátoru **indukční elektrika**



1884 – J. H. Poynting

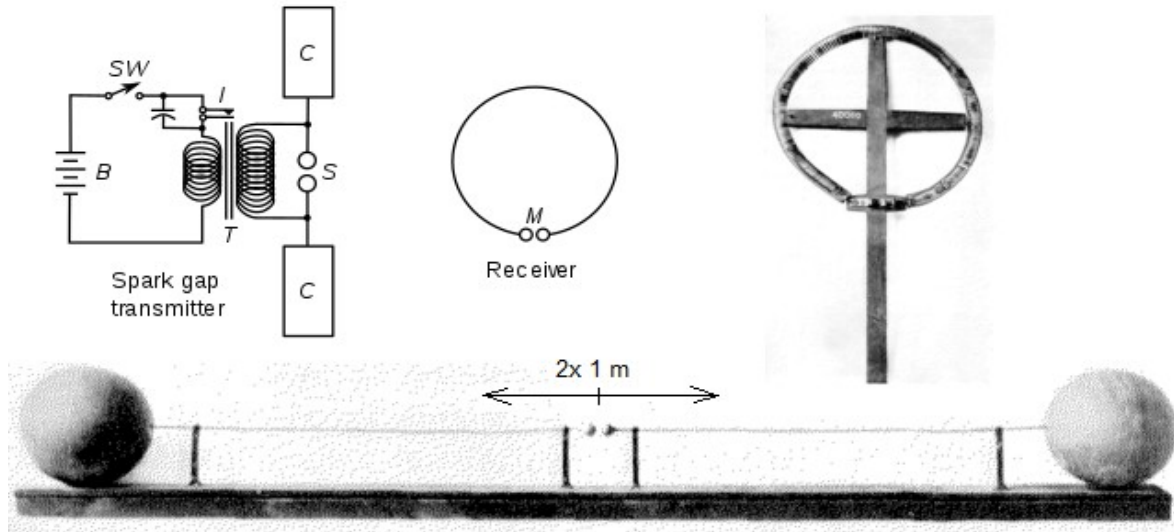
Odvodil **Poyntingův vektor**: Dráty jsou sice potřeba, ale elektrická energie se ve skutečnosti přenáší elektromagnetickým polem v jejich okolí.

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{1}{\mu} \vec{E} \times \vec{B}$$



1887 – H. Hertz

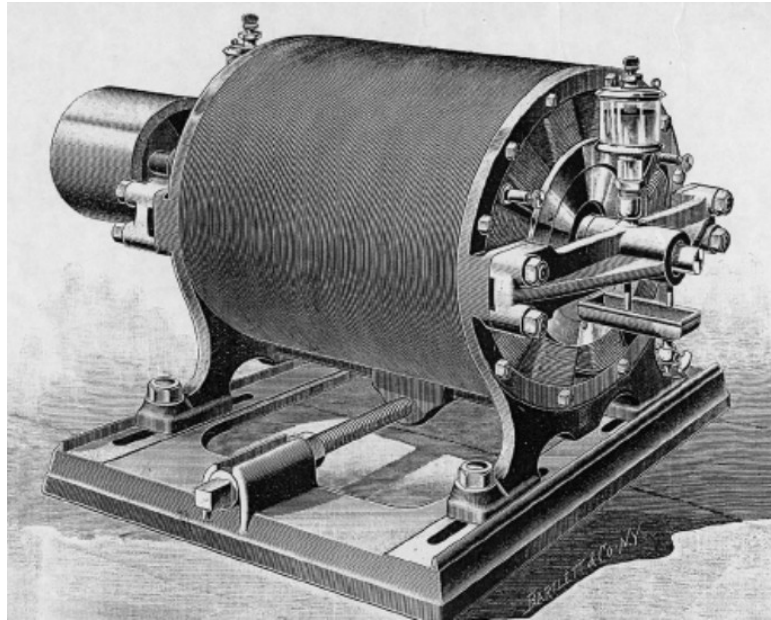
Experimentální důkaz existence elektromagnetických vln



Po Hertzovi pojmenována jednotka frekvence: **1 Hz = 1 c/s**

1887 – Nikola Tesla

Předvedení prvního asynchronního motoru



Po Teslovi pojmenována jednotka magnetické indukce – „síly mag. pole“.

1891 – Nikola Tesla

Patentoval a veřejně předvedl velký **Teslův transformátor**

Nebyl ale prvním autorem, experimenty s rezonančními transformátory probíhaly dříve.

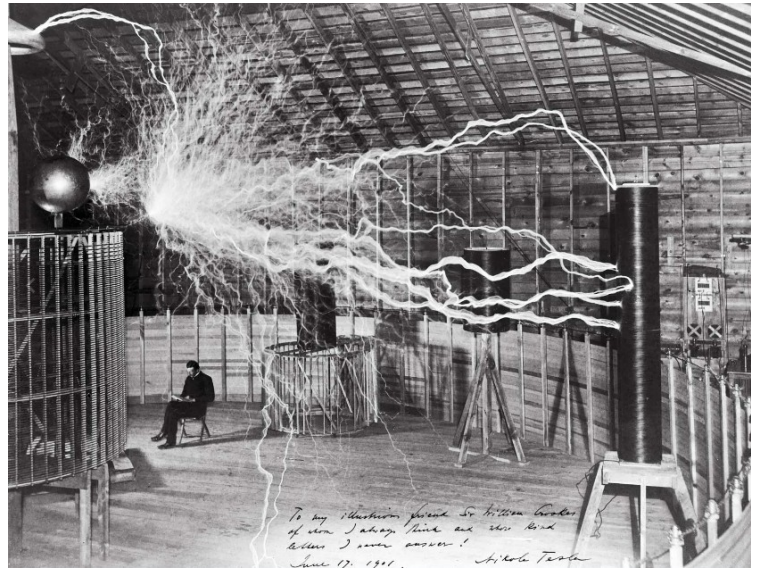
1826 – Félix Savary

- První rezonanční obvody

1889 – Henry Rowland

- První rezonanční transformátor

Tesla do rezonančních přenosů vkládal velké naděje ohledně možnosti bezdrátové distribuce elektřiny.



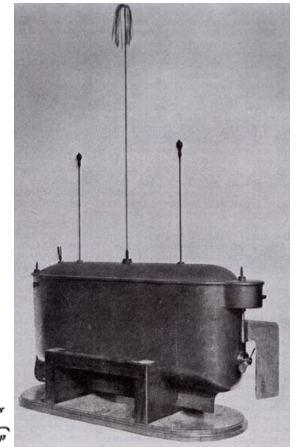
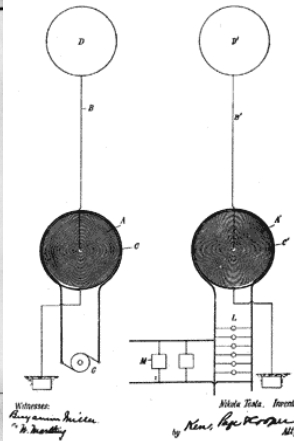
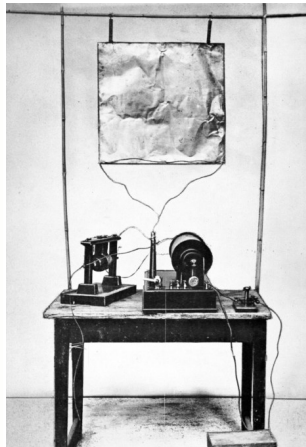
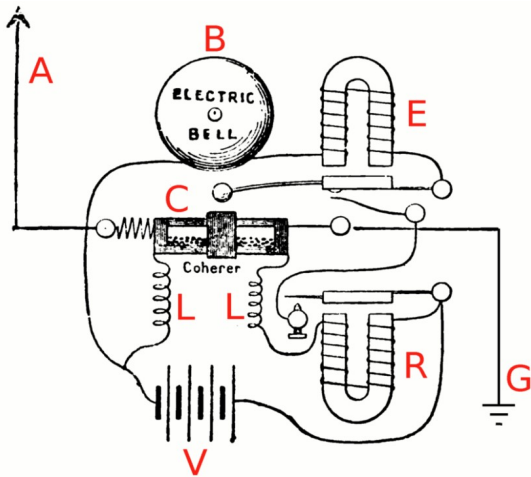
1895 – A. S. Popov

Přístroj pro registraci atmosférických výbojů

1896 – G. Marconi podal patent na **bezdrátový telegraf** (Anglie)

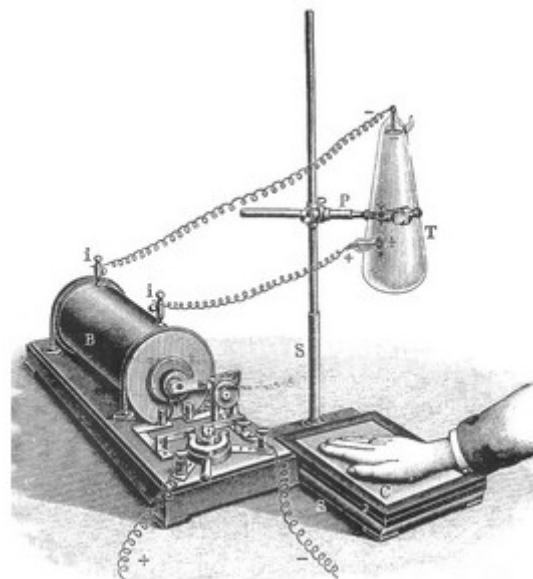
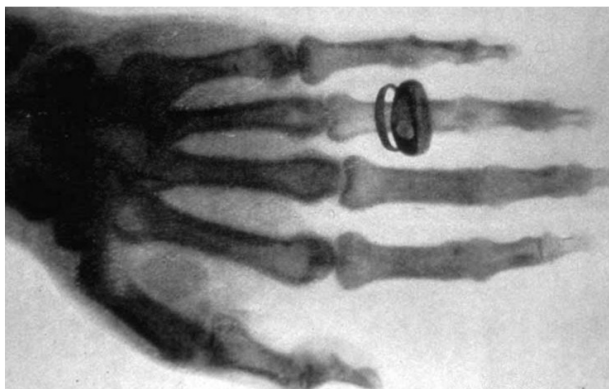
1897 – N. Tesla podal patent na **bezdrátový přenos energie** (USA)

1898 – N. Tesla předvedl rádiem řízenou loď



1895 – W. C. Röntgen

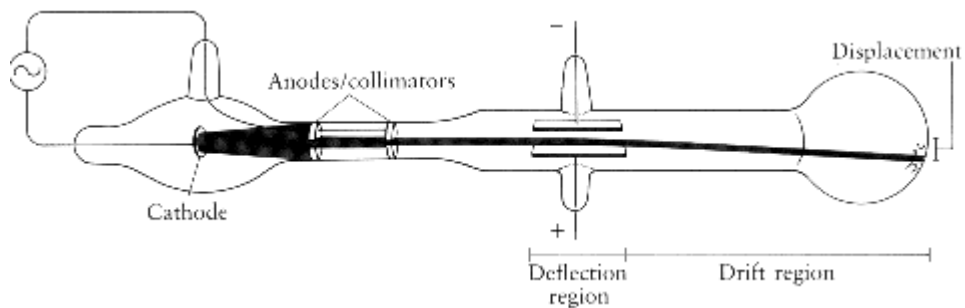
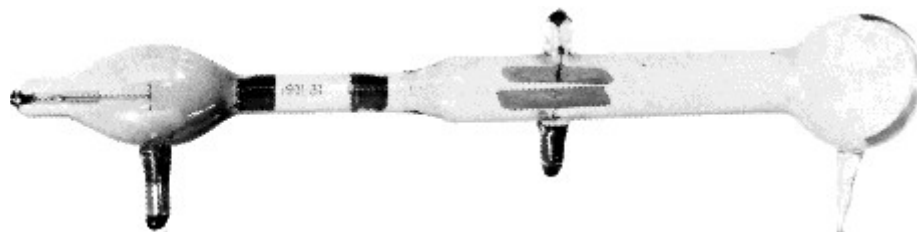
Objev rentgenového záření při pokusech s katodovým zářením



1897 – J. J. Thomson

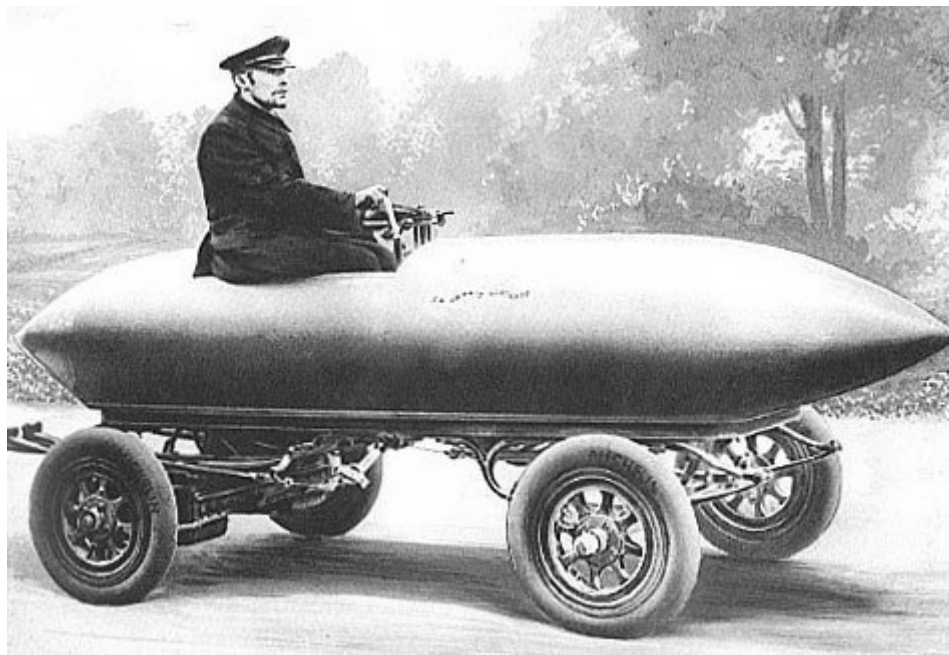
Objev elektronu

Katodové záření je tvořeno záporně nabitými částicemi.



1899 – Camille Jenatton

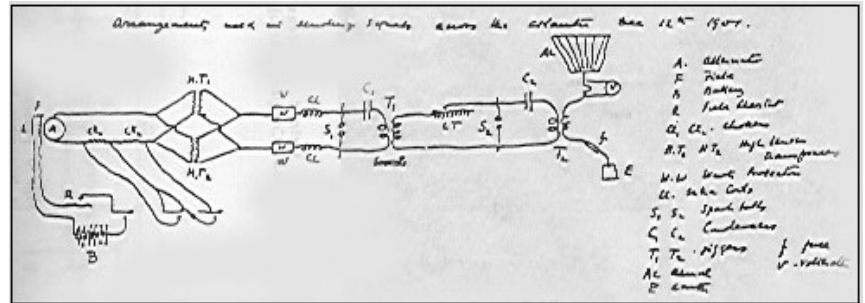
Předvedl první elektromobil i automobil vůbec, který překročil 100 km/h



1901 – G. Marconi

První transatlantický přenos signálu

Z Cornwallu v Anglii do New Fountlandu v Kanadě (3500 km). Signál přijímán 150m anténou zavěšenou na draku, vlnová délka 350 m. Přeneseny 3 pulzy (Morseovo S). Test byl velmi málo průkazný a tak vyvolával skepsi.



1902 – Opakování:

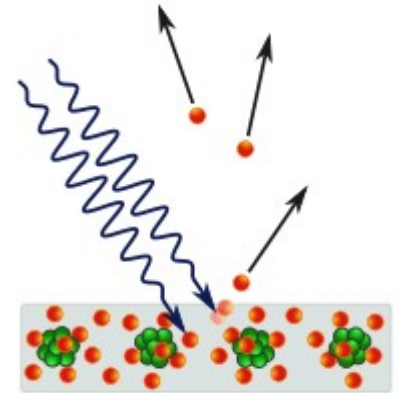
- Vysílání znovu z Cornwallu v Anglii, příjem na lodi.
- S kohererem dosaženo 2490 km, příjem zvuku na 3400 km.

1905 – Albert Einstein

Vysvětlil **fotoelektrický jev** – Potvrzení, že světlo předává energii po kvantech s energií úměrnou frekvenci. **Fotony**

Speciální relativita - Rychlost světla a všech dalších nehmotných vln je nezávislá, nesčítá se. Je to rychlost šíření informace, vlastnost prostoru.

Aby mohla fungovat i klasická mechanika, musí se rychlosti hmotných objektů sčítat tak, aby výsledek nepřekročil rychlost světla. Při rychlém pohybu musí docházet ke kontrakci délek, dilataci času a růstu hmotnosti. Sama **energie má hmotnost**.



$$E = h \cdot f$$

$$E = m \cdot c^2$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

1913 – Robert Millikan

Oznámil první změření náboje elektronu

