



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky



**Vybrané kapitoly z dějin elektrotechniky
a magnetismu**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Doc. RNDr. Josef Blažek, CSc.

Autor práce:
Ivan Fabián

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a použil jsem jen prameny, uvedené v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž cestou byly v souladu s uvedeným zákonem zveřejněny posudky školitelů a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím, s porovnáním textu mé práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz, provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem odhalování plagiátů. Souhlasím, aby práce byla uložena na Jihočeské Univerzitě v knihovně Pedagogické fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Českých Budějovicích 20. prosince 2016

.....

Ivan Fabián

Anotace

Cílem bakalářské práce je tvorba doplňkového výukového materiálu pro vzdělávací předměty, které souvisí s elektrotechnikou a magnetismem na základních a středních školách a gymnáziích. Má za cíl osvětlením životních příběhů vynálezců atraktivnější formou přiblížit mládeži technické poznatky a strohá fakta objevů.

Klíčová slova

elektrotechnika, elektřina a magnetismus, dějiny vědy

Abstract

The aim of this thesis is to create supplementary educational material for educational courses related to electricity and magnetism at primary, secondary and grammar schools. It aims – by illuminating the life stories of inventors – to bring closer in attractive form technical knowledge and bare facts of discoveries to students.

Keywords

electrical engineering, electricity and magnetism, history of science

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce panu Doc. RNDr. Josefu Blažkovi, CSc., z katedry fyziky a aplikované techniky PF JU za konzultace, cenné rady a připomínky, jakož i za trpělivost které mi při psaní mé bakalářské práce poskytl.

Obsah:

Úvod	7
1. Elektřina a magnetismus v období starověku a středověku	
Thales Milétský 6. století př.n.l.....	9
2. Úsvit elektrotechniky	
Pietri Peregrini.....	10
William Gilbert.....	12
Johanes Kepler.....	15
Otto von Guericke.....	16
Pieter van Musschenbroek.....	17
Benjamin Franklin.....	18
Prokop Diviš.....	21
Franz Ulrich Aepinus.....	24
3. Elektrostatika	
Henri Cavendish.....	25
Charles August Coulomb.....	26
Luigi Galvani.....	28
Alessandro Volta.....	29
4. Předklasická elektrodynamika	
Hans Christian Oersted.....	33
Georg Simon Ohm.....	35
André Marie Ampère.....	36
František Adam Petřina.....	38
5. Klasická maxwellovská elektrodynamika	
Michael Faraday.....	40
Joseph Henry.....	45
James Clerk Maxwell.....	46
Henrich Rudolf Hertz.....	48
Thomas Alva Edison.....	50

6. Klasická elektronová teorie	
Hendrik Antoon Lorentz.....	53
7. Významní čeští vědci a technici na přelomu 19. a 20. století	
Karel Domalíp.....	54
František Křížík.....	55
Emil Kolben.....	58
Václav Posejpal.....	61
Augustin Žáček.....	61
Závěr.....	63
Seznam použité literatury.....	64
Seznam zdrojů převzatých obrázků.....	65

Úvod

Za téma své bakalářské práce jsem si zvolil dějiny elektrotechniky a magnetismu. Podrobněji se budu věnovat příspěvku, kterým k tomuto oboru ve své době přispěli pro světový pokrok čeští vědci a podnikatelé. Zajímavá je dlouhá a křivolaká cesta různých pokusů, omylů a pozorování, včetně doprovodných příběhů, jakými se k tomuto pokroku dospělo.

K volbě tohoto tématu mne vedla snaha přiblížit tento vědní obor studentům technické výchovy. Myslím, že technické poznatky, fakta a objevy, vysvětlované v rámci jejich mnohdy komplikovaného historického vývoje, doplněného navíc o osudy českých vědců, výuku jakéhokoli technického oboru ztrácejí. Současnou mládež, intenzivněji než kdy v minulosti ovlivňovanou mediálními nástroji moderní doby, je nutné patřičně zaujmout.

Vědců a vynálezců v oboru elektrotechniky a magnetismu je mnoho. Snažil jsem se ve své práci upozornit na ty, o kterých se domnívám, že ve vývoji tohoto oboru sehráli klíčovou roli.

1. Elektřina a magnetismus ve starověku a středověku

V průběhu posledních sto až sto padesáti let prodělala elektrotechnika mohutný dynamický rozvoj. Bylo to zapříčiněno intenzivním odhalováním přírodních zákonů, ale hlavně jejich využíváním do technické praxe. Celá řada historicky starších vynálezů našla zdokonalení a širší praktické využití v bouřlivém vývoji, nastartovaném průmyslovou revolucí z devatenáctého století. Průmyslová revoluce, započatá ve viktoriánské Anglii, dynamice vývoje obrovsky pomohla. Velké objevy a vynálezy vznikaly jako houby po dešti vzhledem k potřebám společnosti v daleko rychlejším sledu nežli v předchozích stoletích.

Historie lidstva však po celá staletí tak dynamický vývoj neměla. Minulost ovlivňuje naše myšlení zpravidla mnohem více, než bychom si mohli sami uvědomovat. Každý z nás po předchozích generacích v místě, ve kterém žije, dědí nejen stav svého okolí, povětšinou přímo ovlivňovaného lidskou činností, ale následně i svět vytříbeného duchovního vnímání, způsoby nahlížení na okolní svět. Neseme si do života způsoby myšlení, zděděné po předcích [1]. *Stejně jako se v každodenním životě pohybujeme po ulicích a žijeme ve stavbách, které mají mnohdy svůj původ ve středověku, tak také při práci používáme pojmy, představy a myšlenková schémata která vznikají často v dosti vzdálené minulosti* [1, str. 15].

Výstižně to vyjádřil tvůrce zákona o všeobecné gravitaci a tři zákonů pohybu **Isaac Newton**, když okomentoval svoji novou teorii kosmické mechaniky: „*Viděl jsem dále než ostatní, protože jsem stál na ramenech svých předchůdců.*” [1, str. 15]

Některé jevy, související s magnetismem a elektřinou v přírodě, byly známy již od prehistorických dob. Lidé je však nevnímali jako fyzikální zákony přírody, ale posuzovali je jako zásahy vyšší moci, jako nástroje bohů. Historie posuzování jevů jako projevy elektřiny a magnetismu a vnímání úkazů a jejich dobové vysvětlování, které již inklinovalo k opatrnému zjišťování některých fyzikálních zákonitostí, se přesto rodily od starověku.

O jistém zkoumání některých jevů, resp. o určitých experimentech se vzájemným působením některých materiálů, víme díky písemným záznamům již z období starověkého antického Řecka. V 6. století př.n.l. filosof

Thales Milétský (asi 624 -543 př.n.l.)

popsal chování jantaru (řecky elektron) – zkamenělé pryskyřice ze stromů – třeného surovým lenem. Při tomto tření se lehké předměty, jako například poletující ptačí peříčka k jantaru přitahovaly.

V této době měli lidé jen velmi nepatrné vědomosti, ale již v té době vnímali některé elektrické jevy jako úkazy, související s určitými přírodními zákony. Při běžných plavbách po moři byly známy mořské ryby, např. jeden druh úhoře či rejnoka, které po doteku způsobují zvláštní brnění. Postupně začaly být tyto úkazy spojovány a vnímány společně jako elektrický výboj. Byl v té době mnohdy některými novátory v léčitelství využíván jako léčebná metoda. Zaznamenali jej Scriboni Largus a Plinius Starší [2]. Velikým úkazem pro starověké a středověké obyvatele, přímo nadpřirozeným jevem, byl bouřkový blesk. Lidé jej ale velmi dlouho spojovali s hněvem bohů, a z obav před nimi neměli potřebu tento úkaz nějak racionálněji zdůvodnit.

Stejně tak nakládali s úkazy či poznatky z běžného života z oblasti magnetismu. Písemné prameny o magnetické přitažlivosti horniny magnetovce jsou také dochované ze starověké řecké a římské antiky (zaznamenali je Seneca, Lucretius Carus [1]. Termín „magnetismus“ může pocházet od názvu města Magnesia v Malé Asii, u kterého byla železná ruda – magnetovec – poprvé nalezena. Z antických pramenů (Plinius) mohl být název odvozen i od jména pastýře Magnesa, který si všiml, že kovové součástky na jeho botách jsou přitahovány kameny z magnetovce.

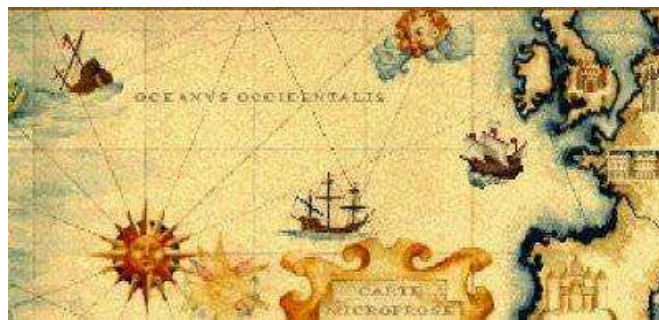
Magnetické jevy si však lidé vysvětlovali především za jakýsi projev „duše“ kamene, ožvlé hmoty, a považovali to stejně jako blesk za projev vyšší moci.

Vědomosti z oblasti zemského magnetismu byly pravděpodobně známy již na přelomu letopočtu Číňanům. Objevíli zákonitosti v orientaci směru pohybu volně uložených zmagnetovaných malých kovových předmětů vůči světovým stranám. Začali tyto jevy přisuzovat zákonitostem zemského magnetismu. Tyto poznatky o magnetických jevech našly ve starověké Číně své první praktické využití v podobě vynálezu kompasu. První čínský kompas, datovaný snad již do 1. století př.n.l., měl zajímavou konstrukci. Pohyblivá část, vyrobená přímo z magnetitu, měla tvar jakési lžičky, která se otáčela na bronzové podložce a svojí osou – držadlem (střelkou) ukazovala směr sever- jih.



Obr. 2. Starověký čínský kompas

Obchodní ruch antické a středověké Evropy s Čínou sice po staletí existoval, ale vzdálenosti, obavy z hněvu bohů, kulturní odlišnosti, války v územích Hedvábné stezky a možná i tradiční „uzavřenost“ Čínské říše zavinily, že využití kompasu v Evropě se datuje až na konec 12. století. Tento pro orientaci na moři převratný objev je v Evropě zmiňován až roku 1187 [1]. Neapolští námořníci tento první magnetický přístroj získali při svých cestách v arabských zemích. Ke zdokonalení a jeho masivnímu použití k navigaci došlo v souvislosti s rozvojem námořní dopravy po zeměpisných objevech K. Kolumba a F. Magellana.



Obr. 3: Zeměpisné objevy s prvním magnetickým přístrojem – kompasem

2. Úsvit elektrotechniky

Zřejmě, jedno z prvních dochovaných písemných pojednání o magnetismu přináší, ze své doby francouzský šlechtic a voják

Pietri Peregrini de Maricourt (1220-1270)

V roce 1267 sepsal ve svých dopisech při vleklém vojenském tažení v Itálii asi vůbec první zachovalou písemnou práci o magnetismu, „*Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sygerum de Foucaucourt, militem, de magnete*“ (Dopis Petra Peregriniho z Maricourtu Sygerovi de Foucaucourtovi, vojáku, o magnetu) [1, str. 20].

Popsal skutečnost, že každá část rozděleného magnetu zůstává i po rozdělení celým magnetem s oběma póly. Podával návod na zhotovení kompasu.

Vymyslel a pokusil se zkonstruovat pomocí magnetických sil perpetuum mobile právě s použitím magnetovce. V podstatě se přibližoval myšlence objevu elektromotoru. Práce se zachovala v rukopisech, s vynálezem knihtisku ji v roce 1558 v německém Augsburgu vytiskli a práce se zpopularizovala.



Obr. 4: Dřevorytina, úvodní stránka Peregriniho spisu

Ve středověku byl Peregriniho spis velice uznáván, Peregrini obsáhl zapsat vše, co v té době bylo o magnetismu známo a co s následným rozvojem objevitelských plaveb přes oceán posloužilo novým zeměpisným objevům. Řadu jeho poznatků ověřili v patnáctém a šestnáctém století mořeplavci. Ti popsali magnetickou deklinaci, tj. úhel odchylky mezi magnetickým a zeměpisným pólem – osou otáčení Země. Dnes je změřeno, že na povrchu planety je odchylka přibližně 500 km [3]. Úhel odchylky je na Zemi navíc místně odlišný (v českých zemích činí dnes asi $3^{\circ} 30'$) a mění se i v čase.

V roce 1492 popsal Kryštof Kolumbus jev magnetické deklinace a o její změny s polohou. Kolumbus správně usoudil, že existuje magnetický pól odlišný od zemského, jen se mylně domníval, že deklinační čáry probíhají rovnoběžně se zemskými poledníky.

V roce 1544 objevil George Hartman magnetickou inklinaci (odchylka svisle zavěšené magnetky, je způsobená umístěním geomagnetického pólu pod povrchem Země. V roce 1576 byla sestrojena inklináční buzola.

Do konce šestnáctého století si učenci vysvětlovali zemský magnetismus jako existence velké magnetické hory na zemských pólech, případně bylo vysvětlováno, že magnetická síla pochází od

Severky, hvězdy nad severním pólem [1]. Dle moderních studií magnetismus Země vzniká třením polotekutého jádra planety rotací o pevnější horniny [3].

Převratná vědecká práce o magnetismu vyšla v roce 1600. Jejím autorem byl Angličan

William Gilbert (1544-1603)



Obr. 5: William Gilbert

Pod názvem „*De Magnete magnetisque corporibus et de magno magnete tellure Physiologia nova*“ („*O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu – Zemi; nová fyziologie, dokázaná množstvím argumentů a pokusů*“ [1, str. 22], rozpracoval Peregriniho myšlenky a podložil je skutečnými vědeckými pokusy a experimenty.

Narodil se 24. 5. 1544 v Colchestru v Anglii, v rodině soudce. Vystudoval lékařství v Cambridgi, studoval i v Oxfordu. V r. 1569 se stal doktorem medicíny. Následujících několik let strávil na cestách po Evropě, kde studoval i fyziku. Po návratu do Londýna si založil lékařskou praxi, v oboru zřejmě dosáhl velkých úspěchů. Stal se uznávaným lékařem. Byl přijat do Královské lékařské společnosti. V r. 1600 byl zvolen jejím prezidentem, stal se dvorním lékařem královny Alžběty I., po její smrti i lékařem krále Jakuba I. Díky svému postavení u dvora si dovolil provozovat pokusy. Měl čas a prostředky se mimo lékařství zabývat chemií, astronomií, filosofií. Nabytí věhlasu právě i svými pokusy s magnetismem.

G V I L I E L M I G I L
B E R T I C O L C E S T R E N -
S I S . M E D I C I L O N D I -
N E N S I S .

D E M A G N E T E . M A G N E T I -
C I S Q V E C O R P O R I B V S E T D E M A G -
n o m a g n e t e t e l l u r e ; P h y s i o l o g i a n o u a ,
p l u r i m u s & a r g u m e n t u s , & e x p e -
r i m e n t o d e m o n s t r a t a .



Obr. 6: Titulní strana spisu "De Magneto"

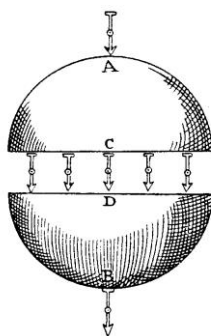
Gilbert provedl přes 600 systematických pokusů s permanentním magnetem. Ověřil vlastnosti silového působení, vlastnosti po dělení magnetu atd. Je považován za otce vědy o elektřině a magnetismu. Popsané zákonitosti z jeho experimentů se staly základem dalších vynálezů jako je telefon nebo rádio. Názvy jako „*elektřina*“, „*elektrická síla*“ a „*elektrická přitažlivost*“ pocházejí z jeho dílny.



Obr. 7: Gilbert demonstruje královně Alžbětě I. svůj pokus

Gilbert se ve svém spise o rozdílech mezi jevy magnetickými a elektrickými zmiňuje. Předpokládal existenci vztahu mezi nimi. Měl teorii, že i Země se chová jako magnet, a přisoudil jí dva póly, které, jak se domníval, splývají se zeměpisnými póly. Rozložení magnetického pole Země demonstroval modelem Země, který nechal vyrobít z magnetitu. Také rozlišoval magneticky měkké a tvrdé železo. Svými pokusy objevil, že může magnetizaci odstranit ohřevem na červenou kujnou teplotu. Objevil, že se magnet dá vyrobit přiložením a třením o jiný magnet. Pokoušel se měřit sílu

magnetů v jejich okolí, tušil existenci magnetického pole, zavedl pojem „magnetické efluvium“ (výron), zkoumal vliv tvaru látky na schopnost jejího zmagnetování, studoval magnetické vlastnosti různých látek. Provedl asi první pokus s homogenním magnetickým polem: Rozpůlil kouli z magnetovce a oddálením jejich dvou částí dokázal jeho existenci. Vyzkoumal, že se dají mimo jantaru zelektrizovat i jiné látky jako např. síra, sklo, zjistil jich na dvacet. Elektrostatice věnoval řadu pokusů. Po zelektrizování těles zkoumal odlišnosti v elektrostatickém přitahování a odpuzování dle materiálů.



Obr. 8: Experiment s homogenním magnetickým polem

W. Gilbert měl ve svém vnímání oboru obrovskou intuici. Svými termíny elektrické a magnetické efluvium (výron) své vědecké následovníky nasměroval k myšlence hmotného elektrického a magnetického pole. Předběhl tím o dvě stě let svou dobu, jako pravdivou ji rozvedl až Faraday.

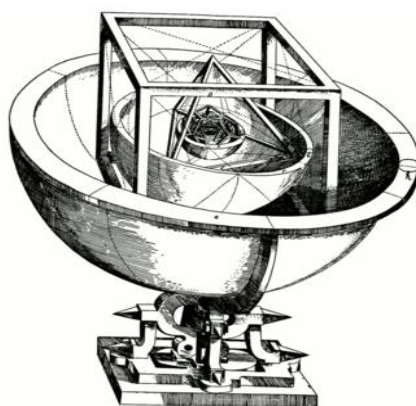
Z jeho představ o geomagnetismu vycházel i významný astronom, který v letech 1600-1612 žil v rudolfínské Praze,

Johanes Kepler (1571- 1630)



Obr. 9: Johannes Kepler 1610

Do Prahy byl pozván jako asistent astronoma Tycha Braheho, stal se dvorním matematikem císaře Rudolfa II. Na Pražském císařském dvoře, kde díky tehdejší náboženské toleranci a velkému vlivu evropského protestantského hnutí bylo velkou měrou přáno vědeckým oborům, se mohlo plně rozvinout jeho kreativní vědecké nadání. Několik let intenzivně zkoumal zákony pohybu známých planet sluneční soustavy. Vyjádřil je matematicky ve známých třech Keplerových zákonech. V roce 1609 první dva zákony vydal v Praze tiskem v knize *Astronomia nova* [10]. Bouřlivá doba politických událostí v Čechách jej donutila po smrti Rudolfa II. k odchodu. Svůj třetí zákon publikoval ve spise *Harmonices mundi* (Harmonie světa) v roce 1619 v Linci. Jak se později ukázalo, Keplerovy zákony platí pro pohyb libovolného tělesa v radiálním gravitačním poli.



Obr. 10: Keplerův model sluneční soustavy

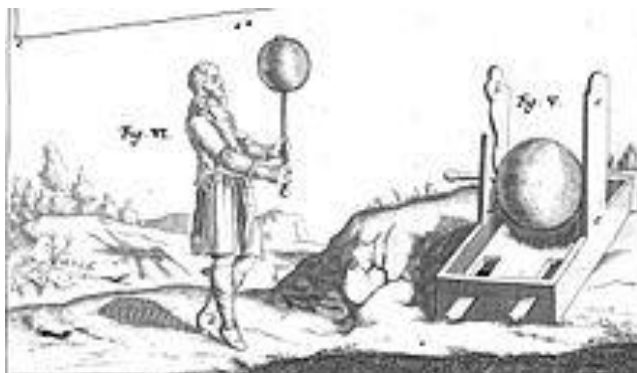
Kepler ve svých dílech navazoval na představy o magnetismu a elektrických jevech W. Gilberta, a Mikuláše Koperníka. O planetě uvažoval jako o magnetické hoře. Díky válečnému období, posléze i díky působení protireformačních sil v Evropě po ukončení Třicetileté války, se poznatky z experimentů a objevů o magnetických a elektrických jevech šířily velmi pomalu. Např. některé z Keplerových spisů byly dány katolickou církví na index zakázaných knih už po svém vzniku [1] a vyškrtnuty byly (společně se spisy Koperníka a Galileia) až po 200 letech, r. 1835.

Po W. Gilbertovi následovalo několik dalších objevitelů, např.

Otto von Guericke (1602-1686)

z Magdeburgu. V roce 1660 sestrojil mechanický rotační generátorek na výrobu statické elektřiny. Skládal se z koule vyrobené ze síry, upevněné v ose na hřídeli s rumpálkem – klikou pro otáčení. Demonstrátor, pokud byl vhodně odizolován od země a suchou rukou se dotýkal otáčející se koule, hromadil ve svém těle elektrický náboj. Guericke zjistil, že třením izolantů vznikají dva různé náboje elektřiny.

Proslul i pokusy s vakuem. Sestrojil pístovou vývěvu a s její pomocí demonstroval, jakou soudržnou sílu mají díly, držené pohromadě tlakem okolního vzduchu.



Obr. 11: Příklad na výrobu statické elektřiny z koule, vyrobené ze síry

Dalším pokračovatelem W. Gilberta byl Angličan

Stephen Gray (1666-1736)

Neměl zvláštní vzdělání, pracoval jako barvíř. Zajímal se přitom o fyzikální objevy. Prováděl pokusy s vedením elektřiny na větší vzdálenost. Zkoušel vedení s různými materiály, např. s hedvábným vláknem či mosazným drátem. Svými pokusy rozdělil materiály na vodiče a izolanty [1]. S vodiči lze podle něj přenášet elektřinu na vzdálenost 760 stop (230 m) Provedl pokus, ve kterém mosazný drát odvedl elektrický náboj okamžitě, naopak na izolovaném tělese udržel náboj i po několik měsíců. Zjistil, že třením různých izolantů vznikají dva odlišné elektrické náboje. Byl také oceněn přijetím za člena Královské společnosti.

Holandan

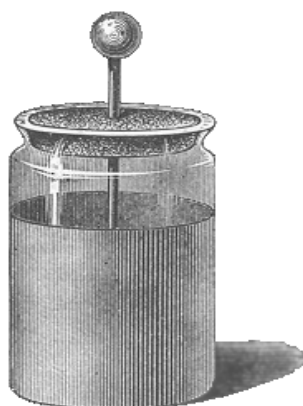
Peter Musschenbroek (1692-1761)

v Leidenu (tehdy psáno Leyden) na zdejší universitě sestrojil první kondenzátor na akumulování elektřiny. Byl nazván **Leydenskou lahví**.

Z představ, že energie přichází z okolí, se postupně vžilo povědomí, že elektřina je určitý druh nevažitelné kapaliny, tzv. fluidum, které se má nacházet uvnitř tělesa. Na základě této představy a znalostech vodičů a izolantů dospěl Musschenbroek v experimentech ke konstrukci kondenzátoru, který od toho okamžiku nemohl chybět v žádné řádné fyzikální laboratoři. Tvořila ho skleněná

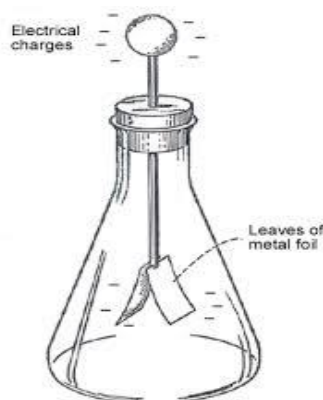
láhev jakožto dielektrikum, jednou jeho elektrodou byla cínová fólie na obalu lahve, druhou byla fólie vložená dovnitř a opatřená patříčným vývodem přes hrdlo lahve [1].

U nás je možné jednu Leydenskou láhev vidět v klášteře Teplá [4].



Obr. 12: První kondenzátor – Leydenská láhev

Láhev se nabíjela statickou elektřinou. Zdokonalením konstrukce a po vylepšení třecích generátorů (kdy koule ze síry byla nahrazena skleněným nebo ebonitovým válcem) dosahovala poměrně vysokého napětí až desítek kilovoltů. Zdokonalen byl i Gilbertův princip elektroskopu (dva proužky papíru ve skleněné baňce, které se odpuzovaly dle velikosti elektrického náboje) vsazením stupnice a využitím lepších materiálů (lístky zlaté fólie, vlněná vlákna). Kolem r. 1790 byl zkonstruován i první elektrometr [1].



Obr. 13: Princip elektroskopu

Poznatky o elektrických jevech (elektrické výboje, projevy magnetismu a elektrostatiky) sice velmi často nejprve sloužily spíše jako efektní divadelní představení pro pobavení panstva u panovnických dvorů i pro diváky na vesnické pouti, měly ale svůj význam i v postupném rozšiřování zájmu o elektřinu. Hromadily se hypotézy, vznikaly různé nové teorie, které měly snahu vysvětlovat podstatu jevů. Nejvíce do tohoto děje svými teoriemi, hlavně v oblasti elektrických výbojů, zasáhli:

Francouz **Charles Francois du Fay** (1698-1739) jako první vyslovil názor, že blesk má elektrickou podstatu, měl i teorii (vzhledem k polaritě náboje) že existují dva druhy elektřiny [1].

Američan **Benjamin Franklin** (1706-1790) myšlenku Du Faye poopravil v tom, že v každém elektricky neutrálním tělese je vyvážené množství elektrického fluida [1]. Při jeho přebytku je těleso nabito kladným nábojem, při nedostatku záporným nábojem. Jeho představa je nejbližší dnešku („nedostatek“ či „přebytek“ volných elektronů v kovech). Důležité jsou jeho poznatky ze zkoumání bouřkových atmosférických výbojů. Svými experimenty se pokusil doložit teorii Charlese Du Faye, že blesk má podstatu elektrického výboje.



Obr. 14: Benjamin Franklin

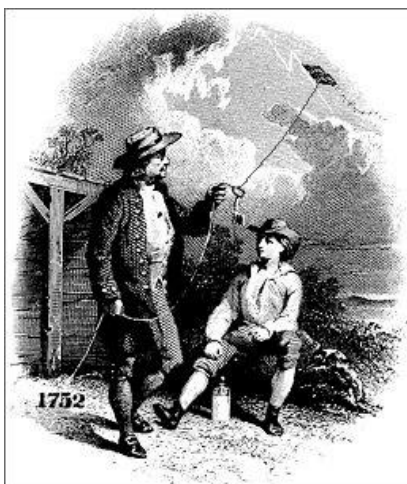
Narodil se v americkém Bostonu, jeho otec byl přistěhovalec z Anglie. V oboru fyziky byl samouk. Vyučil se knihařem, měl ale všestranné nadání. Během života se naučil několik jazyků, věnoval se historii, logice fyzice, geometrii, diplomacii. Již jako mladý začal psát do časopisu svého bratra. V roce 1724 odcestoval do Londýna, kde pracoval jako knihtiskař. Po návratu v r. 1726 si otevřel úspěšnou tiskárnu a knihkupectví, věnoval se veřejnému životu v USA (v r. 1754 předložil vzniklému kongresu USA návrh ústavy) a také přírodovědeckým výzkumům [1].

Porovnal blesk s účinky výboje statické „třetí“ elektřiny, naakumulované v Leydenské lahvi. Ve svém deníku v r. 1749 píše: „*elektrické fluidum se shoduje s bleskem v těchto směrech: 1. dává světlo, 2. má barvu světla, 3. křivolaký směr, 4. rychle se pohybuje, 5. je vedeno kovy, 6. při výbuchu vzniká praskot, 7. přetrvává ve vodě, 8. rozkládá látky, kterými prošlo, 9. ničí vše živé, 10. taví kovy, 11. zapaluje hořlavé látky, 12. má zápach po síře.*“ [1, str. 35]

Tímto porovnáním Franklin odvodil, že jiskra výboje je obdobná blesku.

Franklin provedl i experiment, kterým zkoušel zjistit vztah mezi elektrickým proudem a bouřkovými blesky. Použil k experimentu papírového draka, upoutaného na hedvábném motouzu. Po vypuštění přivázal na motouz klíč a nechal létat draka v bouři. Ve vlhkém vzduchu se motouz stal vodivým. Když drak prošel do blízkosti bouřkových mraků, přiblížil Franklin klíč na šňůře ke kovové tyči. Přitom docházelo k přeskokování výbojů mezi klíčem a tyčí ve formě jisker.

Jako řada dalších badatelů, i Franklin si příliš neuvědomoval vážnost nebezpečí, kterému se pokusem vystavuje. Při obdobném experimentu s elektřinou bouřkových mraků ve svém domě zahynul profesor petrohradské university G. Richmann [1]. Na tomto výzkumu se v Petrohradě podílel i slavný ruský badatel M. V. Lomonosov.



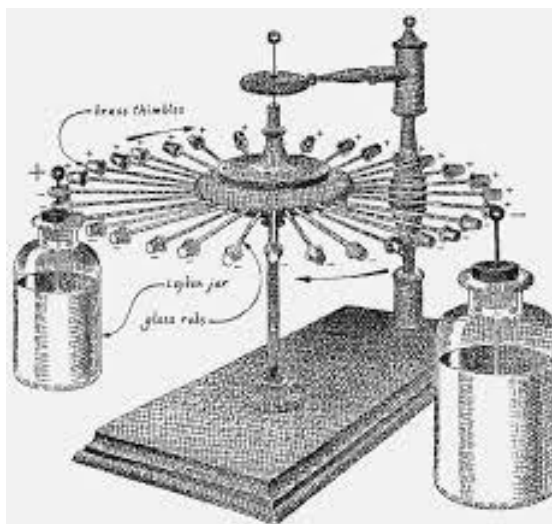
Obr. 15: Franklinův experiment s bouřkovou elektřinou



Obr. 16: Franklinův bleskosvod

Franklin přispěl také k formulování zákona o zachování elektrického náboje. Jako jeden z prvních se pokoušel využít elektrostatickou elektřinu ke konstrukci elektromotoru. Princip motoru je patrný z obr. 17.

Mezi dvěma opačně nabitými elektrodami, napájenými z Leydenských lahví, se vlivem přitažlivých sil elektrostatických nábojů roztácel rotor s vějířem elektrod s opačným nábojem. Motor měl napětí v řádu kilovoltů, výkon 2 W, 500 ot./hod. a účinnost 5 %. Franklin zavedl zřejmě i názvy jako baterie, kondenzátor, výboj, nabíjení, vodič, elektrický proud, aj. [1].



Obr 17: Franklinův elektrostatický motor

K samotnému vynálezu bleskosvodu výrazně přispěl

Prokop Diviš (26. 3. 1698 - 21. 12. 1765)



Obr. 18: Deska Prokopa Diviše, Jezuitské náměstí Znojmo

Český řádový duchovní Prokop Diviš přijal církevní jméno Prokop, vlastním jménem se jmenoval Václav Divíšek. Pocházel z malé zemědělské usedlosti v Helvíkovicích v blízkosti Žamberka, jeho rodný dům zde dodnes stojí. Jeho otec ovdověl a podruhé se oženil. Malý Prokop měl šest sourozenců, čtyři vlastní a dva nevlastní. Roku 1716 odešel studovat církevní školu do Znojma,

náklady hradil premonstrátský klášter v Louce u Znojma. Tři roky poté ukončil studium a ještě o rok později v Louckém klášteře 30. listopadu 1720 složil profesní slib a stal se premonstrátským řeholníkem s novým jménem Prokop Diviš.

Na rozdíl od protestantského Německa se centra učenosti a případných vědeckých činností v Rakouské monarchii v širší míře soustředila hlavně v mužských kláštorech. V klášterní škole v průběhu vlastních studií vyučoval i Diviš. Studoval v Salzburgu, kde získal doktorát teologie, a dále na universitě v Olomouci, kde byl jmenován doktorem filozofie. Pro tuto školu se stal i profesorem filosofie. Obor se v té době skládal z části humanitní i přírodovědné. Při výuce se prý Diviš lišil od jiných vyučujících tím, že při ní předváděl mnohé pokusy. V roce 1726 byl vysvěcen na kněze. V letech 1730-1735 vyučoval v klášteře v Louce i teologii. Roku 1736 byl jmenován duchovním farností v Příměticích u Znojma. Zde působil až do své smrti 21. prosince 1765. Pouze v období od 7. dubna 1741 do 10. července 1742, v době prusko-rakouské války, byl odvolán nakrátko zpět do Louckého kláštera, aby za uvězněného opata kláštera Nalbeka byl pověřen správou kláštera.

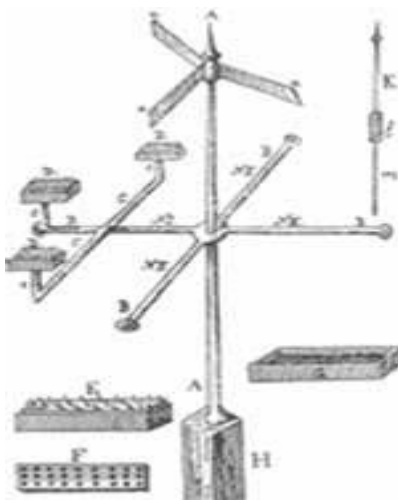
Diskutuje se, komu přísluší prvenství v konstrukci bleskosvodu, zda Franklinovi či Divišovi. Oba pracovali na objevu souběžně a prakticky nezávisle (padesátá léta 18. století). Jestli byl Diviš třeba i následně seznámen s výsledky práce Franklina či ostatních badatelů jsou rozporné informace (korespondencí Prahy a Vídně s Londýnem apod.) Dnes se asi již neověří. Příliš na tom nezáleží. Uzemněný bleskosvod postavil ale nejdříve Prokop Diviš [1].

Diviš se vedle jiného zabýval i hydrotechnikou, za svého působení v Louckém klášteře sestrojil v okolních obcích několik vodovodů. Po příchodu na Přímětickou faru se začal věnovat bádání. Zřídil si tam malou laboratoř a začal se zabývat pokusy se statickou elektřinou. Sestrojil si přístroj „*elektrum*“ (obr. 20) na výrobu statické elektřiny. Tvořila jej skleněná koule ve stojánku. Při jejím otáčení se třením získávala elektřina. S tímto přístrojem prováděl své pokusy a léčebné terapie. Přitom si začal uvědomovat, že blesk je vlastně obdobná elektrická jiskra, a přemýšlel, jak její náboj by bylo možno z mraků bezpečně odvádět do země. K tomuto účelu sestrojil na své farnosti v Příměticích 15. června 1754 pomocí zkřížených tyčí bleskosvod, nazvaný „povětrnostní mašina“.

Diskutuje se, komu přísluší prvenství v konstrukci bleskosvodu. Jak Franklin, tak Diviš pracovali na objevu souběžně a prakticky nezávisle (padesátá léta 18. století). Jestli byl Diviš seznámen s výsledky práce Franklina či ostatních badatelů (korespondencí Prahy a Vídně s Londýnem apod.) se dnes asi již neověří. Příliš na tom nezáleží. Uzemněný bleskosvod postavil ale nejdříve Prokop Diviš [1]. Systém měl zcela odlišnou konstrukci, a co bylo nejdůležitější, byl svým principem, tj.

uzemněním konstrukce, jako první i plně funkční. Z pohledu ochrany zdraví a majetku byl zcela bezpečný. Diviš měl navíc vizi neodvádět jen blesky do země, chtěl i zabraňovat jejich vzniku.

V roce 1759 zavládlo velké sucho a vesničané z Přímětic a okolí z přesvědčení, že na vině je právě Divišův instalovaný vynález, se zasadili o to, aby následující rok Prokop Diviš své zařízení odstranil. Tvrdí se, že vesničané konstrukci zařízení ve hněvu poničili.



Obr. 19: Divišův bleskosvod

Diviš ve svých pojednáních zanechal ale podrobný popis konstrukce. Spis *Descriptio machinae meteorologicae* (Popis povětrnostní mašiny) se zachoval. Kopie konstrukce je dnes postavena poblíž Divišova rodného domku – dnes muzea Prokopa Divíše – u Žamberka (obr. 21)

Takové štěstí neměl další Divišův vynález – hudební nástroj „denisdor“ (Denis d' or - Zlatý Diviš). Jednalo se údajně o strunný nástroj na elektrický proud, který dokázal napodobovat různé hudební nástroje a dokonce také lidský hlas [1]. Diviš jej ale nikde nepopsal. Přístroj byl údajně několikrát stěhován a ztratil se. Tím byla pravděpodobně pro veřejnost ztracena i jeho konstrukce.

Okolo roku 1750 se Diviš zabýval také elektroléčbou. Pokoušel s ní léčit epilepsii, revmatismus, některé duševní choroby či svalové křeče. O svých úspěších, především s vyléčením pacientů z epilepsie, napsal 3. července 1755 ve svém dopise vedení Petrohradské Akademii věd. Po roce 1758 se Diviš s experimenty odmlčel. O jeho léčení elektrinou nejsou žádné další zprávy.



Obr. 20: Divišovo Elektrum – Jihomoravské muzeum Znojmo



Obr. 21: rodný domek, dnes památník P. Diviše

O Divišovy experimenty projevila zájem i panovnice, císařovna Marie Terezie, která byla považována za představitelku osvícenského absolutismu. Pozvala Diviše, aby své pokusy u dvora před ní a Františkem Štěpánem Lotrinským demonstroval. Diviš své experimenty popsal ve spise *Magia Naturalis* (Přírodní magie), obr. 22.



Obr. 22: Divišův spis Magia Naturalis s poznatky z jeho pokusů s elektřinou

Knihu však pro odpor rakouských katolických církevních kruhů vydal na sklonku svého života v Tubingenu v protestantském Německu. Vzbudila velký ohlas. V Rakousku byl, a nejen v církevních kruzích, blesk považován za boží trest. Experimenty, jakými se zabýval Diviš, byly brány jako zásah do boží vůle. Vzhledem k tomu, že byl katolickým knězem, svědčilo to o jeho osobní odvaze.

První hromosvod v Čechách byl v roce 1775 instalován na zámku v Měšicích u Prahy, další rok na skladu prachu v pevnostním systému na pražském Vyšehradě. Výstavbou hromosvodů na Pražském hradě a na řadě dalších významných budov, ale i v zahraničí, se stal známým **Anton Renner** (1745-1828). Bydlel v Praze Na Kampě č. 7. Zkonstruoval i vývěvu a barometry, údajně i elektrický stroj (zřejmě obdobu „elektra“).

Zmínku za významný přínos elektrotechnice si zaslouží i Němec

Franz Ulrich Aepinus (1724-1802),

Studoval v Jeně, působil jako profesor fyziky v Berlíně a Petrohradu, kde byl přijat za člena petrohradské akademie. Jako jeden z prvních se pokusil o vyslovení společné jednotné teorie, zahrnující elektrické a magnetické jevy. Po Gilbertově díle šlo o další souhrnné vědecké pojednání. Významný je jeho objev zákona elektrostatické indukce v roce 1759. Objevil, že i v neelektrizovaném tělese, dostane-li se do blízkosti tělesa zelektrizovaného, vzniká elektrický náboj jen pouhým přiblížením. Nepodařilo se mu teorii matematicky rozvinout, ale nasměroval své následovníky.

Roku 1759 F. Aepinus zkonstruoval tzv. elektrofor, kondenzátor s proměnlivými deskami. V roce 1931 posloužil jeho objev Van de Graaffemu jako základ pro zdokonalenou konstrukci zdroje vysokého napětí.

3. Elektrostatika

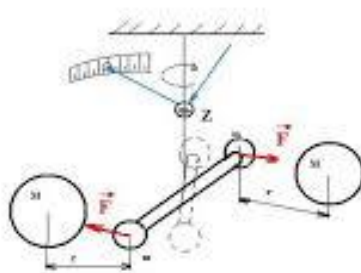
Vědecký obor elektrostatika se zrodil, jakmile byl zcela objasněn pojem elektrický náboj. Jeho měřením se zabývali Henri Cavendish a Charles Coulomb. Podnítilo je nejspíš prohlášení Daniela Bernoulliho o obdobných měřeních [1].

Henri Cavendish (1731-1810)

Narodil se ve francouzské Nice, vystudoval v anglické Cambridgi. Vzhledem k tomu že pocházel ze zámožné anglické šlechtické rodiny, mohl si dovolit věnovat se vědě. Byl to velice všestranný vědec, ale uzavřený, s nikým vědecky nekomunikoval a jen velmi málo publikoval. James Maxwell při uspořádávání jeho pozůstalosti zažil řadu překvapení. Zjistil, že řadu vynálezů si o řadu let později, než je popsal Cavendish, připsali jiní vědci (nastínil Ohmův i Coulombův zákon, objevil vliv prostředí na dielektrikum, změřil jejich permitivity aj.). Cavendish si tyto zákony formuloval a prezentoval bohužel jen ve svých záznamech.

Pro doplnění, Cavendishovi se například podařilo jako prvnímu přesně odhadnout hmotnost naší planety. Použil k tomu torzní váhy, s jejichž pomocí změřil gravitační sílu, působící mezi dvěma olověnými koulemi. Zjistil pak poměr průměrné hustoty Země vůči vodě. Z měření určil hmotnost Země a gravitační konstantu. Jeho měření byla zpřesněna až ve 20. století. V současnosti je odhad hmotnosti Země asi $5,973 \times 10^{21}$ t, což se od Cavendishova výpočtu odlišuje asi jen o 1 %.

Torzní váhy



Obr. 23: Cavendishova metoda měření gravitační síly

Coulomb s využitím torzních vah provedl měření sil elektrostatického náboje (bylo to o 13 let později po Cavendishovi) a záznamy z experimentů zveřejnil.

Charles August de Coulomb (1736-1806)



Obr. 24: Charles August de Coulomb

Narodil se 14. června 1736 v Angouleme ve Francii v šlechtické rodině. Absolvoval vojenskou akademii. Jako ženijní důstojník se věnoval vojenským stavbám. Na ostrově Martinik (západní Indie) řídil devět let stavby vojenských opevnění. Když v roce 1776 onemocněl, vrátil se zpět do Francie, kde se začal věnovat vědecké práci. Po vypuknutí Velké francouzské revoluce se uchýlil na rodinné statky v Blois. Toto období strávil intenzivně vědeckými výzkumy. Na základě měření na zdokonalených Cavendishových vahách formuloval elektrostatický zákon, který byl po něm pojmenován: „*Odpudivá síla dvou stejně zelektrizovaných nábojů, je přímo úměrná součinu obou nábojů a nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti mezi jejich středy.*“ [1, str. 45]

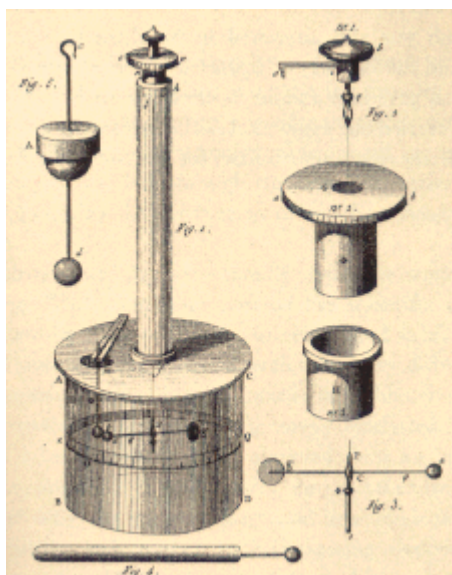
Coulomb dokázal, že obdobný vztah platí i pro přitažlivou sílu opačně nabitých částic. Princip měření na torzních vahách (obr. 25 a 26) je založen na úměrnosti torzního momentu vlákna a úhlu natočení. Torzní váhy, umístěné ve skleněném válci, se skládaly z vahadélka z izolantu, na jehož koncích byly upevněny zeledřizované kovové kuličky. Vahadélko bylo zavěšeno na tenkém vlákně. Do blízkosti jedné z kuliček byla umístěna další kulička na pevném raménku. Úhel vychýlení raménka α se indikoval pomocí paprsku světla, odraženého zrcátkem na raménku váhy. Coulomb také zjistil, že náboj je na povrchu vodiče a jeho hustota se zvětšuje se zakřivením. Byl si vědom, že jeho objev má nejen význam pro výpočty sil, ale i pro definování elektrického náboje a jeho jednotek.

Pomocí svých vah zjistil, že podobný vztah jako pro síly mezi elektrickými náboji platí také pro působení sil mezi póly permanentního magnetu.

Coulomb byl roku 1800 povolán Napoleonem Bonaparte do Paříže na universitu. Zde jako profesor fyziky působil až do své smrti roku 1806. Za své pozoruhodné poznatky byl oceněn přijetím za člena Pařížské akademie věd.



Obr. 25: Coulombovy torzní váhy



Obr. 26: Torzní váhy- detailní kresba

Na základě Coulombových kvantitativních měření se do elektrostatiky zavedla teorie potenciálů a později se zavedl pojem elektrostatického pole.

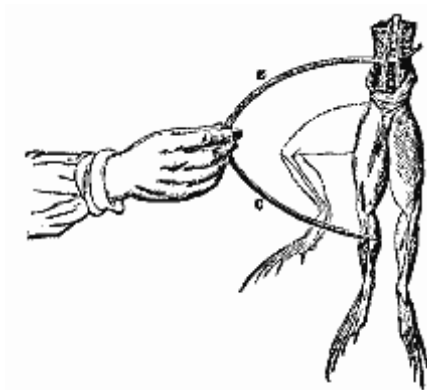
Luigi Galvani (1737-1797)



Obr. 27: Luigi Galvani

Narodil se v italské Bologni. Studoval na Boloňské univerzitě nejprve teologii, později přešel na lékařství. Byl úspěšným lékařem. V roce 1762 se na univerzitě stává profesorem lékařství. L. Galvani se zabýval anatomií, ve svých pokusech se zabýval studiem účinků elektrických výbojů na živý organismus. Do známosti vešly jeho mnohaleté pokusy se žabími stehýnkami. Chtěl objasnit škubání žabích stehýnek v okamžiku, kdy přeskóčí jiskra elektrostatického výboje a při dotyku

s dvojicí vodičů. Myslel si, že objevil nový druh živočišné elektřiny. Vysvětloval to tak, že pro ovládní svalů z mozku pomocí nervů se svaly chovají jako malé kondenzátory.



Obr. 28: Galvaniho pokus s bimetalem a pohybem žabí nohy
Z jeho díla *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*

Galvani vše popsal ve svém díle „*O elektrických silách při pohybu svalů*“ („*De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*“) [1]. Jeho výklad živočišné elektřiny byl zajímavý, ale mylný. Postata úkazu záškubů tkvěla v použití bimetalového drátu z mědi – zinku (obr. 28). Avšak vynález elektrogalvanického článku byl již na cestě. Nicméně Galvani je považován za zakladatele nového oboru – elektrofyziologie [1, str. 49].

Po vpádu napoleonských vojsk do Itálie (1796) nedokázal být loajální k pronapoleonskému režimu, musel proto místo profesora opustit. Později mu sice povolili pokračovat v pokusech, avšak Galvani zakrátko v prosinci 1798 v bídě zemřel.

Na jeho výzkum navázal

Alessandro Volta (1745-1827)



Obr. 29: Alessandro Volta

Narodil se roku 1745 poblíž Milána v rodině šlechtice. Byl nejmladší ze sedmi dětí, do svých sedmi let nemluvil. Překvapil ale, jak vše dohnal. Vystudoval jezuitskou školu, přestoupil na královský seminář, začal se zajímat o výzkum elektřiny, stal se profesorem fyziky na gymnáziu v rodném Comu. Od roku 1779 Volta přednášel na univerzitě v Pavii, později i v Padově. Kolem roku 1792 se dostal do kontaktu s Galvaniho pracemi. Prováděl s mnoha obměnami po Galvanim řadu jeho experimentů. Přišel na to, že svalové stahy nejsou příčinou „živočišné elektřiny“ (žáby posloužily jen jako citlivý indikátor), místo toho došel k závěru, že elektřina vzniká ve styku dvou různých kovů. Ve styku dvou různých kovů dokázal přítomnost určité „kontaktní elektřiny“, rozdílu potenciálu, který je pro určitou dvojici kovů charakteristický.

Na základě mnoha pokusů sestavil tabulku kovů a uhlíku v řadě dle jejich elektrochemických vlastností, + **ZN, Pb, Sn, Fe, Cu, Au, Ag, Pb, C** –. Kovy z tabulky se při složení s dalším z kovů nabíjí kladně nebo záporně dle umístění vlevo či vpravo od druhého kovu. Volta je pojmenoval jako vodiče první a druhé třídy. Pokračoval v experimentech, experimentoval se vzdáleností kovových desek a s prostředím – elektrolytem pro zvýšení a trvalé udržení elektrického proudu. Vzhledem k tomu, že voltmetry neexistovaly, vyhodnocoval hodnotu napětí vlastním jazykem.

Volta zjistil, že článek sestavený ze zinkové a měděné elektrody v slané vodě je relativně trvalým zdrojem elektrického proudu [1]. Po sedmi letech experimentů v roce 1799 se dopracoval k výsledku, že sériovým složením článků do baterie a záměnou elektrolytu za kyselý roztok lze objev prakticky využít. Na světě byl nový trvanlivější zdroj elektřiny, tzv. „**Voltův sloup**“, na další období (do vynálezu dynama) nejspolehlivější zdroj elektrického proudu. Byl tvořen sloupem ze zinkových a měděných kotoučků, oddělenými plstí nebo savým papírem, navlhčeným slanou nebo okyselenou vodou (obr.30).



Obr. 30: Voltův sloup

Volta, na rozdíl od Galvaniho, byl zřejmě velmi ctižádostivý, a proto uměl výsledky své práce, jak se říká, „prodat“. Po obsazení severní Itálie francouzskými vojsky a vytvoření Cisalpinské republiky navázal osobní kontakty s Napoleonem Bonapartem. Roku 1801 mu předvedl své experimenty a dokázal si získat jeho přízeň. Mimo to, že jej Napoleon finančně odměnil, stal se rektorem univerzity v Pavii, byl jmenován senátorem Lombardie a dostal hraběcí titul. V jeho prospěch hovoří, že zřejmě natolik přesvědčil císaře o důležitosti výzkumů, že ten nechal vypsát pravidelné ocenění za zásadní objevy na poli vědy. Volta zemřel jako zámožný a vážený muž. Přitom se mu nepodařilo vysvětlit fyzikálně-chemickou podstatu svého objevu.

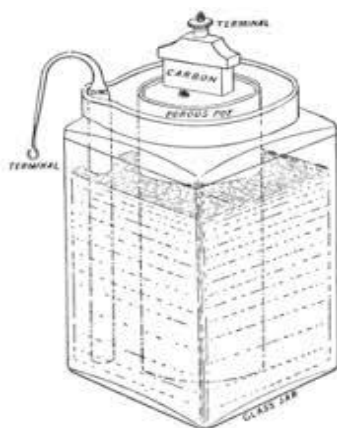
Mimo tento převratný objev Volta sestrojil další dva přístroje: stéblový elektroskop (přístroj na měření elektrického náboje) a elektrofor, mechanický přístroj na principu tření ebonitové desky zvířecí srstí na výrobu elektrostatické elektřiny (obr. 31). Byl sestaven z ebonitové desky, uložené na kovovém talíři. Z horního kotouče s izolovanými držadly, který tiskl zvířecí krupon, pohybem a následným oddálením desek si Volta vyráběl elektřinu pro své experimenty.



Obr. 31: Voltův elektrofor

Voltův sloup zdokonalil roku 1859 německý fyzik **Meidinger** a roku 1866 francouzský železniční inženýr **Georges Leclanche** [1].

Ten jej zvládl vyrobit laciněji tím, že vedle zinkové desky použil desku ve složení uhlík-oxid manganu (slisované saze s oxidem manganičitým MnO_2) a za elektrolyt použil salmiakovou pastu (NH_4Cl). Nízká cena a dobré parametry vedly k širší výrobě a využití Leclancheových článků. Složením slouží podnes jako základ alkalických monočlánků a baterií.



Obr. 32: Leclancheův galvanický článek

Od objevu primárních článků se odvinul i objev akumulátoru. Nebyl sice svým příběhem tak zajímavý, nicméně jeho technický přínos lidstvu je nesporný. Zasloužil se o to zejména vojenský lékař **Wilhelm Sinstedden** v roce 1854 [1]. Na chemický děj v akumulátoru ho přivedlo pozorování dějů při elektrolýze kyseliny sírové. Povšiml si, že se při elektrolýze olověná elektroda pokryla oxidem olova (Pb_2O_4) a po vypnutí zdroje proudu a spojení elektrod probíhal proud opačným směrem do doby, než se oxid olova opět rozložil. Tento děj na sklonku 19. století zdokonalovala řada vědců.

Nutno poznamenat, že primát v objevu elektrického galvanického článku ještě staletí před Voltou mohli mít nevědomky již starověcí zlatníci. V roce 1936 byly při archeologických vykopávkách v okolí Bagdádu v dnešním Iráku (na území dávné Mezopotámie mezi řekami Eufratem a Tigridem) nalezeny hliněné nádoby, ve kterých se nacházely měděné duté válečky, v nichž byly zasunuty železné tyčinky (doufejme, že exponáty jsou stále v muzeu v Bagdádu) [6]. Účel nalezených nádobek se přisuzuje elektrolytickému pokovování šperků. Archeologická vrstva nálezů byla údajně z období 2500 let př.n.l.

Převratné poznatky vyspělých kultur, jak nám historie ukazuje, mohou být někdy na dlouhá období ztraceny v zapomnění, pokud určitá rozvinutá společnost a její nositelé nemají dost sil k tomu, aby se ubránili násilnému zničení po vpádu barbarských dobyvatelů.

4. Předklasická elektrodynamika

Prakticky 200 let, tj. od dob Wiliama Gilberta až po Alessandra Voltu, se mezi učenci až na výjimky (např. Franklinovy pokusy) uvažovalo, že elektrické a magnetické jevy spolu nesouvisí. Převratné poznatky do věci přinesl

Hans Christian Oersted (1777-1851)

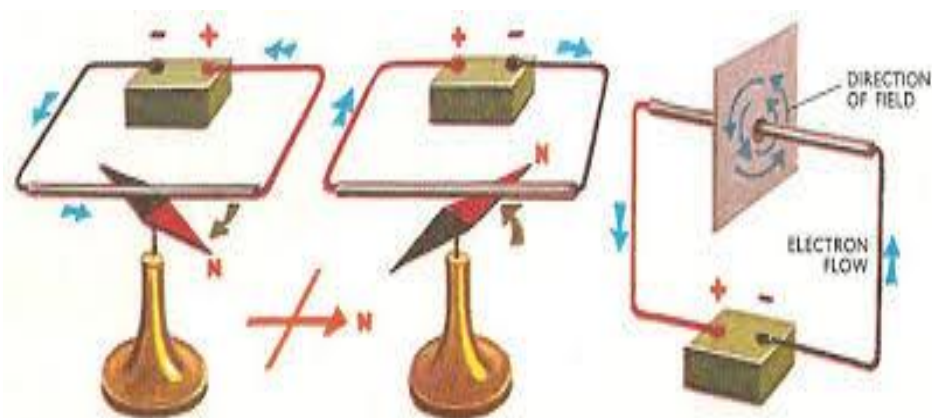


Obr. 33 : Hans Christian Oersted

Pocházel z městečka Rudkøbing na dánském ostrově Langeland z rodiny lékárníka. V Kodani na universitě studoval lékařství, fyziku a filosofii, získal tam i doktorát, a později zde působil jako profesor fyziky a chemie. Byl stoupencem filozofické myšlenky Immanuela Kanta (1724-1804), že různé přírodní jevy mají společný původ v jediné síle. Jeho programem proto bylo zkoumání vazeb mezi různějšími fyzikálními jevy. Po několikaletých experimentech s magnetkou a nejrůznějšími elektrickými obvody se zapojeným Voltovým článkem pomohla náhoda. Při jednom školním pokusu dne 15. 2. 1820 jej jeden student upozornil na drobnou výchylku magnetky při přiblížení k vodiči elektrického obvodu. Oersted se podrobným mapováním této „náhody“ a s pomocí dalších pokusů s polohováním magnetky v okolí vodiče dopracoval k převratnému objevu, totiž že vodič protékáný elektrickým proudem indukuje ve svém okolí magnetické pole. Svůj objev uveřejnil téhož roku v latinském spise *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticum* (v překladu *Pokusy s působením elektrického konfliktu na magnetku*) [1, str. 63].

O tomto svém objevu měl Oersted jen poměrně mlhavou představu, z jaké fyzikální příčiny (proč) vzniká. Vzhledem k tomu, že o tomto svém experimentu poměrně široce informoval odbornou veřejnost (rozeslal svůj spis všem významným vědcům a učeným společností), jeho objev byl v krátké době zpopularizován. Vzbudil stejnou senzací jako Voltův článek. Odstartoval tím další široká bádání, fyzikové Ohm (Německo), Faraday (Anglie), Ampère a Laplace (Francie) pokračovali v dalším zkoumání tohoto objevu.

Oersted zjistil, že se vlivem elektrického proudu magnetka v blízkosti vodiče vychýlí. Mylně se domníval, že směr magnetky v blízkosti vodiče nezávisí jen na směru, ale i na velikosti proudu v elektrickém obvodu [1]. Tento omyl uvedl na správnou míru André-Marie Ampère.



Obr. 34: Oerstedův pokus s vodičem a magnetkou

Další objevy na sebe nenechaly dlouho čekat. Vzhledem k tomu, že Oersted popsal svůj objev jen na základě pozorování, bylo potřebné, vzhledem k tomu, že matematika na počátku devatenáctého století byla již poměrně rozvinutá, popsat děj i matematicky. Na tomto zapracovali Francouzi J. B. Biot, F. Savart a P. S. Laplace.

Georg Simon Ohm (1789-1854)



Obr. 35: Georg Simon Ohm

Narodil se v bavorském Erlangenu v protestantské rodině jako syn zámečnického mistra. Brzy mu zemřela matka, otec se o něho příkladně staral. Pomáhal mu ve studiu na universitě a sám jej vyučoval matematiku a fyziku. Delší studia Ohm ale k nelibosti otce přerušil a odešel do Švýcarska, kde učil soukromě fyziku a matematiku. Později se vrátil a svá studia roku 1811 dokončil doktorátem. V roce 1817 začal vyučovat na církevní škole v Kolíně nad Rýnem. Zde, seznámen s pracemi Volta a Oersteda, se začal věnovat fyzikálním pokusům.

Ohm ve svých experimentech zjistil, že průchod proudu je závislý na průřezu a délce vodiče. V roce 1827 spolu s těmito poznatky vydal svoji práci, ve které formuloval zákon, podle kterého elektrický proud procházející obvodem je přímo úměrný elektrickému napětí a nepřímo úměrný odporu vodiče, kterým prochází [1]. Tento jeho zákon po jeho zveřejnění nebrali vědci příliš vážně. V roce 1833 Ohm vyučoval na technice v Norimberku. Až když byla jeho práce roku 1844 oceněna Královskou společností v Londýně, dostalo se mu uznání i v německých zemích. Na sklonku života byl jmenován profesorem na mnichovské univerzitě. V té době byl také přijat do Bavorské královské vědecké společnosti.

Ještě mnoho let po Ohmově smrti se jím vyslovený vztah mezi elektrickým napětím, odporem a proudem ověřoval. Možnosti pro měření velikosti stejnosměrného proudu byly ale omezené. Proto roku 1876 komise, vytvořená pro tento účel, měla platnost Ohmova zákona prověřit. Komise zákony posléze potvrdila [1].

V roce 1881 mezinárodní kongres fyziků v Paříži rozhodl, že jednotka elektrického odporu bude nazvána po svém objeviteli – ohm. Přístroj, po objevu funkce cívky a magnetoelektrické soustavy zkonstruovaný pro jeho měření, se pak nazýval ohmmetr.

André Marie Ampère (1775-1836)



Obr. 36: André Marie Ampère

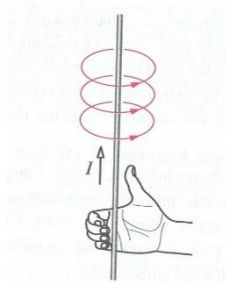
Narodil se 22. ledna 1775 v Polémieux u Lyonu v rodině zámožného obchodníka. Dostalo se mu sice jen soukromého vzdělání (vyučoval ho otec), ale byl tak nadaný a jeho otec natolik dobrý učitel, že si ve věku 12 let již osvojil matematiku a latinu a ve třinácti předložil Lyonské akademii věd svoji práci o kvadratuře kruhu. V osmnácti ovládal již natolik řečtinu a italštinu že si dokázal prostudovat díla významných matematiků jako Eulera, Bernoulliho, Lagrangea, a všechny svazky francouzské encyklopedie. V roce 1793 mu do života nepříjemně zasáhla Francouzská revoluce. Za povstání v Lyonu byl osmnáctiletému Ampérovi uvězněn a popraven jeho otec. Ze ztráty milovaného člověka, který ho vzdělával, prožil duševní otřes. Na čas se uzavřel do sebe a tato událost ovlivnila jeho další osobní život. Z depresí se dostal díky vědě. Roku 1797 začal vyučovat matematiku v Lyonu. V roce 1802 získal místo profesora matematiky a fyziky v Bourgen a začal znovu publikovat. Od roku 1804 pracoval na Polytechnice v Paříži, kde se zabýval matematikou, fyzikou a chemií. V roce 1814 se stal členem Pařížské akademie věd. Zde se věnoval pokusům, publikoval. Dvakrát se oženil, obě jeho manželství se ale díky upnutí na vědu vždy rozpadla [1].

Mezi vědeckými obory, o které se zajímal, přinesly největší přínos jeho objevy v oblasti elektromagnetismu. Ampère byl inspirován Oerstedovými pokusy. Dozvěděl se o nich 11. září 1820 v Pařížské akademii a již 18. září předložil Akademii novou jednotnou soustavu elektromagnetických zákonů, kterou nazval **elektrodynamikou**.

Na rozdíl od svých předchůdců nepovažoval za primární jev vzájemné působení magnetu a elektrického proudu, ale vzájemné síly dvou proudovodičů, kde je magnetické pole jen projevem efektu, doprovázejícím pohyb elektřiny [1].

Zákon o vzájemném působení dvou vodičů, protékaných elektrickým proudem, se stal před Maxwellem nejen základem elektrodynamiky, ale také zdrojem dnešní definice jednotky elektrického proudu. Později tento zákon James Clerk Maxwell označil za **Ampérovo pravidlo pravé ruky**. Popisuje se v něm orientace magnetických indukčních čar při průchodu elektrického

proudu přímým vodičem: „Jestliže palec pravé ruky ukazuje směr elektrického proudu ve vodiči, pak prsty ukazují orientaci magnetických indukčních čar“ [11].



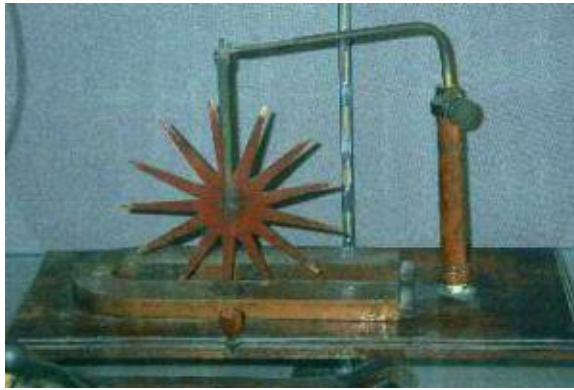
Obr. 37: Druhé Ampérovo pravidlo pravé ruky

Po dalších výzkumech v roce 1822 objevil Ampère silové účinky cívky. Sestrojil tzv. solenoid, tj. cívku protékanou elektrickým proudem. Dokázal, že cívka vytváří podobné silové magnetické pole jako permanentní magnet. Z tohoto objevu bylo odvozeno **druhé Ampérovo pravidlo pravé ruky**: „Uchopíme-li do pravé ruky cívku tak, že ohnuté prsty ukazují směr elektrického proudu v jejích závitech, pak palec ruky ukazuje směr magnetického pole cívky.“ [11, str. 30]

Ampér byl nejen geniální fyzik a matematik, měl i hluboké filozofické uvažování [1]. Psal verše, napsal obsáhlou esej, ve které se zamýšlel nad dogmaty katolické církve, vyslovoval své pochybnosti k nim, snažil se usmířit náboženství s rozumem. Zkoumal otázky štěstí a spravedlivého společenského řádu. Jeho představy ovlivnily celé francouzské osvícenectví, materialismus a utopický socialismus.

Další vědci, kteří pokračovali v Ampérově výzkumné cestě, byli **Jean Biot** a **Felix Savart**. Matematicky se pokusili rozpracovat magnetické účinky proudu. **Dominik Arago** a **Joseph Gay-Lussac** sestrojili v roce 1822 první funkční elektromagnet a popsali postup, jak toto zařízení vyrobit.

Angličan Peter Barlow, jinak matematik, experimentoval i na poli fyzikální vědy a inženýrství. V roce 1822 Barlow postavil asi první stroj či spíše model motorku na stejnosměrný proud. Osy kolečka mají vodivá ložiska (rtuť), drážka pod kolečkem je vodivá také (obr. 38). Po připojení napětí mezi osu kolečka a drážku začne ve směru osa – drážka protékat elektrický proud. Na tento proud v magnetickém poli bude působit magnetická síla a kolečko se pod jejím vlivem začne otáčet.



Obr. 38: Barlowovo kolečko

Při převratných objevech a vědeckých výzkumech nebyli pozadu ani čeští vědci. V českých zemích po josefínských reformách došlo ke vzestupu národního obrození a po nastolení náboženské tolerance polevil také postoj konzervativních katolických kruhů k některým moderním vědeckým oborům.

V zápisech do dějin elektrotechniky tohoto období nechybí český fyzik

František Adam Petřina (1799-1855)



Obr. 39: František Adam Petřina

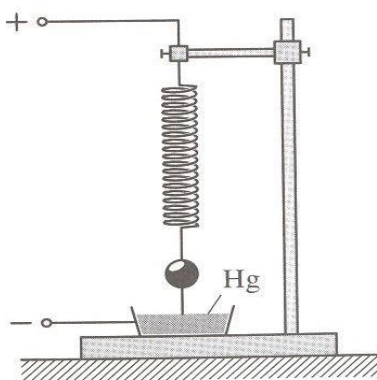
Narodil se v rodině krejčího v Podkrkonoší. Vyučil se tkalcem, jako tkadlec pracoval, poté vystudoval gymnázium v Jičíně. V roce 1823 odešel studovat do Prahy filozofii a matematiku. Na studia si vydělával jako vychovatel. V roce 1832 se stal asistentem, suplujícím profesorem pro experimentální fyziku. Roku 1836 získal doktorát z filozofie. Oženil se a z existenčních důvodů odešel roku 1837 do Lince, kde působil sedm let jako profesor fyziky na tamním lyceu. Později odmítl nabídku učit v Grazu a na svoji žádost odešel zpět do Čech. V roce 1844 se stal řádným profesorem fyziky na pražské universitě, kde se stal později děkanem filozofické fakulty. Byl činný v Národním muzeu a jako člen v Královské české společnosti nauk [1].

Vylepšil nebo patentoval několik přístrojů, např. lékařský magnetoelektrický strojek. Podílel se na konstrukci duplexního telegrafu, který byl založen na jiném principu než pozdější patent T. A.

Edisona. Navrhl a provedl pronikavé zjednodušení v provozu tehdejších telegrafních stanic, které přinášelo velké úspory. Zkonstruoval jednoduchý přerušovač elektrického proudu, tzv. Petřinovu spirálu. Zkonstruoval také originální elektrický stroj, jakýsi prototyp elektromotoru. Byl jedním z tvůrců českého fyzikálního a technického názvosloví. O svých bádáních v oboru magnetismu, elektrotechniky a telegrafie široce publikoval v češtině i němčině. V odborných kruzích od Prahy a Vídně po Paříž byl uznávaným vědcem. Princip Petřinovy spirály je znázorněn na obr. 40.

Publikoval 36 odborných prací. V oboru elektromagnetismu položil základy, na nichž další vědci v rámci Rakouské monarchie i mimo ni stavěli. Byl jmenován členem vědeckých společností v Praze, ve Vratislavi, v Lutychu, byl členem-korespondentem Císařské akademie věd ve Vídni.

Jedním ze svých experimentů Petřina prokázal vzájemné přitažlivé síly mezi dvěma proudovodiči, přes které protéká stejnosměrný proud souhlasným směrem [1].



Obr. 40: Petřinova spirála

Jde o elektrický obvod, jehož jeden přívod je tvořen spirálou z argentanového drátu (materiál, který s průchodem elektrického proudu nejlépe umožní, aby pružinka zmenšila svou délku), zavěšenou svisle v izolovaném držáku. Před spodním koncem spirály je umístěno malé závaží. Konec spirály vytváří kontakt pro uzavření elektrického obvodu přes nádobku se rtutí, která je napojena na druhý pól obvodu. Při průchodu proudu spirálou dochází k jejímu zkrácení, hrot se vynoří ze rtuti a dojde k přerušení proudu. Pružinka se po přerušení průchodu proudu opět prodlouží, tím dojde k uzavření elektrického obvodu a děj se opakuje. Jednalo se o první přerušovač, který byl využit jako zdroj pulsů napětí a proudu v stejnosměrném elektrickém obvodu.

Petřina nevynikal jako teoretik, o to více se ale prosadil jako nápaditý a tvořivý badatel, zdatný pedagog a jako realizátor technických poznatků do praxe. Kdyby předčasně nezemřel, mohl pro českou vědu ještě mnohé vykonat, zvláště v oboru telegrafie [7].

5. Klasická maxwellovská elektrodynamika

Během druhé poloviny 19. století byly do fyziky zaneseny nové, revoluční myšlenky, které otevřely cestu nové filozofické představě, která znamenala naprostý odklon od mechanistického hlediska. Výsledky prací Faradayových, Maxwellových a Hertzových vedly k rozvoji moderní fyziky, k vytvoření nových pojmů a nového obrazu vnějšího světa (A. Einstein, L. Infeld, [1, str. 87].

Michael Faraday (1761-1867)



Obr. 41: Michael Faraday

Narodil se 22. 9. 1791 na předměstí Londýna. Pocházel ze skromných poměrů, jeho otec byl chudý kovář, dostalo se mu proto jen vzdělání v místní škole. Faraday musel začít brzy pracovat. Od dvanácti pracoval jako poslíček v knihkupectví, později se stal knihařem v renomovaném knihařství. Dostaly se mu do rukou nejrůznější spisy, z nichž mohl potají po nocích studovat. Otevřely se mu pro něho nádherné světy vědy. Studoval si pojednání o elektřině v Britské encyklopedii, pojednání o chemii, Eulerovy Listy, a jiná vědecká pojednání. Za vydělané peníze si kupoval lístky na veřejné demonstrace pokusů a na vědecké přednášky. V knihařství dostal od zákazníka, pro kterého pracoval, vstupenky do Královského institutu na přednášky slavného chemika a fyzika sira Humphreye Davyho. M. Faraday si umínil zasvětit svůj život vědeckým objevům. Siru H. Davymu zaslal svázaný spis poznámek z jeho přednášek, které navštěvoval a které s nadáním dokázal v nebývalé fundovanosti zapsat. Humphreye Davyho si svým počinem získal natolik, že jej přijal za svého žáka a nabídl mu místo svého pomocníka v chemických laboratořích londýnského Královského institutu. Faradayovi se otevřel vytoužený svět vědy a vědeckých experimentů. Sir Davy využil jeho nadání a pověřil jej později úkolem vymýšlet například program nových pokusů na pravidelné demonstrace experimentů, určených pro pobavení členů a mecenášů Královského institutu z nejvyšších společenských kruhů.

Při těchto pokusech byli oba inspirováni k mnohému. Objevili několik chemických sloučenin. Faraday se studiem vědeckých pojednání z celé Evropy, asistencí při experimentech a vědeckých diskusích po boku svého učitele dopracoval vědomostí, jež mu zcela nahradily universitní vzdělání. Svým nadáním, hladem po informacích a úsilím nastartoval kariéru. Z chlapce, který byl přijat na čištění zkumavek, se vypracoval na mladého vědce, který svého váženého učitele doprovázel na vědeckém turné po Evropě. Na cestách po vědeckých institucích Evropy strávili 1,5 roku. V Paříži se setkal s Ampérem, který Davymu předal poznatky o nové chemické látce – jodu (získaném z chaluh), v Miláně se setkali s Voltou, ve Florencii dokázali, že diamant je jen jedna z forem uhlíku.

V roce 1815, po návratu na půdu Institutu, se Faraday stal samostatným asistentem v laboratoři. Oženil se s dcerou svého přítele z církevní komunity Sandemaniánského sboru, ve které vyrůstal. Faraday se věnoval stále ještě pokusům z oblasti analytické chemie (rozborů vody atd.). Zabýval se nejen elektrochemií, především elektrolýzou (zákony elektrolýzy), ale již i elektromagnetismem.

V roce 1820 byl Faraday přijat za člena Královského institutu. Prováděl před početným publikem ústavu své samostatné přednášky (obr 42). Jeho vánoční přednášky (*Christmas Lectures*) byly natolik populární (chodila na ně široká veřejnost od studentů a řemeslníků až po manžela královny Viktorie prince Alberta), že přešly v tradici, udržovanou podnes. Seznámil se se spisem Oersteda *O působení elektrického konfliktu na magnetku* a začal se intenzivně věnovat elektrodynamice.

Pracoval již samostatně. Sir Davy na něho načas pro jeho úspěchy zanevřel, nemohl unést, že jej zastínil člověk bez vzdělání. Až na sklonku svého života, když se Humphreye Davyho ptali na největší jeho objev, prohlásil: „objev Michael Faraday“ [1, str. 95].



Obr. 42: Faradayova vánoční přednáška na Royal Institute

Faraday Oerstedovy pokusy v roce 1821 zopakoval ještě s Davym. Během vlastních experimentů zjistil, že elektrický proud, procházející vodičem, může vyvolat magnetické pole. Vzhledem k tomu, že byl zajištěný a respektován (v roce 1824 se stal členem Královské akademie věd a vedoucím laboratoří na Institutu), mohl směřovat další vědecká bádání a prostředky Institutu na experimenty podle svého úsudku. Celá další léta věnoval úsilí dokázat, že existuje i opačný děj, totiž že působením magnetického pole je vyvolán elektrický proud. V roce 1831 se dostavil úspěch: Faraday při experimentu s prstencem z měkkého železa, opatřeném vinutými dvou galvanicky oddělených elektrických obvodů (primárního se zdrojem proudu a sekundárního s měřidlem), prokázal transformované indukované napětí. Objevil **elektromagnetickou indukci** a dokázal, že elektřina a magnetismus spolu vzájemně souvisí, že to jsou pouze dva různé projevy jednoho přírodního zákona – elektromagnetismu.

Svůj slavný experiment z 29. srpna 1831 zapsal do svého deníku (mluvil o sobě ve třetí osobě):

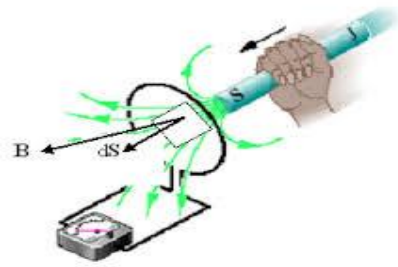
Dal udělat železný kruh sedm osmin palce tlustý o vnějším průměru šest palců, Navinul měděný drát A mnohokrát kolem jedné poloviny prstence. Na druhou stranu navinul 60 stop dalšího drátu B a spojil konce drátu B měděným drátem nad magnetkou Oba konce drátu A spojil s baterií: Objevil se zřetelný účinek na magnetku. Magnetka změnila polohu. [1, str. 97]



Obr. 43: Faradayův indukční transformátor
muzeum Royal Institut Londýn

Faraday neměl matematické vzdělání, ale přesto dokázal elektromagnetickou indukci vyjádřit známým vztahem $E = - d\Phi / dt$, ostatní vše vysvětlil bez použití matematiky.

Svojí nezdolnou houževnatostí, nesčíslnými obměnami pokusů a experimentů se Faraday dopracoval k dalšímu objevu: **pohybovému indukovanému napětí** (obr. 44).



Obr. 44: Princip pohybového indukčního napětí

Oba tyto jevy Faraday nazval elektromagnetickou indukcí. Objev byl dalším rozhodujícím mezníkem vývoje elektrotechniky a odstartoval další intenzivní výzkum, který měl velký dopad na technický vývoj.

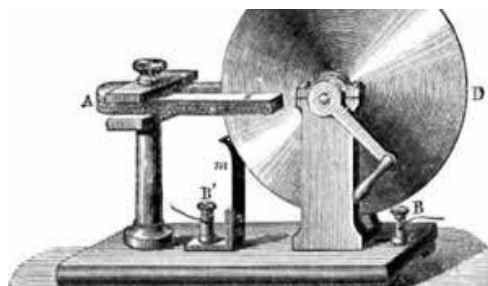
Faraday vytvořil teorii elektromagnetických polí, vymyslel pojmy elektrických a magnetických siločar. Později jeho myšlenku upřesnil další geniální anglický vědec **James Maxwell**, který na základě Faradayových objevů sestavil matematické rovnice pro popis elektromagnetického pole.

Faraday měl obrovský pozorovatelský talent a intuici. Vzhledem k absenci klasického vzdělání byl nezávislý na matematice, zásadní roli v jeho konání mělo i duchovní nastavení z jeho církevní komunity (názor na duchovní jednotu všech sil a jevů v přírodě), z toho pak odvozoval i názory na existenci úkazů jako elektrické a magnetického pole.

Další, kdo oba Faradayovy objevy propracoval, byl Emil Lenz. V roce 1833 tyto objevy spojil do jednoho indukčního zákona.

Faraday měl neuvěřitelný záběr dalších výzkumných aktivit. Věnoval se například experimentům s osvětlením majáků, zkoumal elektrický výboj v plynech, v pokusech mapoval odlišnosti elektrického výboje s teplotou prostředí [1].

Experimentem s otáčením závitu cívky v magnetickém poli, zkonstruováním prvního elektromagnetického stroje – *Faradayova disku* – nasměroval vývoj k dynamu.



Obr. 45: Faradayův disk, první elektromagnetický stroj

Při pokusech s kondenzátory zjišťoval vliv materiálu na kapacitu kondenzátoru. Pokud se vyplní prostor mezi elektrodami jiným dielektrikem, kapacita kondenzátoru se změní. Definoval a stanovil jednotku relativní permitivity ϵ_r .

Faraday uskutečnil experiment, nazvaný Faradayova klec. Prokázal jím, že elektrický náboj se vyskytuje především na povrchu vodiče a že vnitřní prostor kovových těles ochraňuje organismus před účinky elektrického proudu, přicházejícího zvenku.

Další sadu experimentů věnoval studiu působení elektromagnetického pole na světlo. Na pokusu s průchodem světla přes bor-olovnaté sklo mezi póly magnetu prokázal, že pokud nebylo magnetické pole kolmé ke směru šíření světla, rovina polarizace se stočila [1]. Jev byl nazván *Faradayův efekt*.

Z Faradayových experimentů okolo roku 1833 s elektrolýzou vyplynulo vyslovení dvou jeho zákonů o elektrolýze. Množství látky vyloučené na elektrodě je úměrné elektrickému množství prošlému elektrolytem [1, str. 100].

Dokázal, že původ energie galvanického článku je v chemické reakci – rozkladu sloučeniny.

Faraday byl tvůrcem dnešní fyzikální terminologie jako elektrolýza, dielektrikum, elektrolyt, iont, aniont, kationt, anoda, katoda.

Po roce 1855 se Faraday ze zdravotních důvodů již nevěnoval pokusům, ale poznámky z deníků svých experimentů shrnul do spisu „*Experimentální výzkumy o elektřině*“ [1]. Faraday provedl za svůj život tisíce pokusů, je považován za největšího experimentátora všech dob. Zemřel 24. srpna 1867, když poslední měsíce života protrpěl s výpadky paměti. Zdraví mu pravděpodobně podlomil častý kontakt se rtutí, která se ve výzkumných laboratořích hojně používala.

Na počest Faradaye je pojmenována jednotka kapacity kondenzátoru – farad.

Na Faradayovo široké dílo navázali další fyzici. Někteří z těch nejvýznamnějších, jako například **Joseph Henry** (1798-1878) nebo **Heinrich Fridrich Lenz** (1804-1865) zřejmě prováděli experimenty s elektromagnetickou indukcí i nezávisle na Faradayovi. Je však faktem, že o jejím objevu referoval nesporně jako první právě Faraday.

Faradayovi následovníci propracováním experimentů a matematickými výpočty zdokonalovali poznatky k technicky a provozně využitelným zařízením. V ucelenou teorii o elektromagnetickém poli Faradayovy myšlenky za pomoci matematických formulací vyjádřil teoretik fyziky James Clerk Maxwell (1831-1878).

Joseph Henry (1798-1878)



Obr. 46: Joseph Henry

Narodil se v prosinci 1797 v Albany ve státě New York v rodině chudého skotského imigranta. Prý se naučil sám číst a psát. Přihlásil se v Albany na studium Akademie, od r. 1826 zde i učil. V roce 1832 se stal profesorem na univerzitě College v New Jersey, v roce 1847 byl jmenován ředitelem Smithsonova ústavu (obdoba Royal Institute), kde se mimo zadání rozvíjet státní zkušebnictví USA mohl věnovat objevům v oboru elektrotechniky [1].

K intenzivním výzkumům v oboru elektrotechniky jej v roce 1837 přivedla roční studijní cesta po vědeckých ústavech v Evropě. (setkal se zde např. s Faradayem).

V začátcích svého bádání se věnoval i akustice a optice, později své úsilí nasměroval především k elektromagnetismu. Zkonstruoval první elektromagnet na přenášení břemen, který měl již klasický podkovovitý tvar (obr. 47) a docílil s ním přenášení břemene o váze až 1 tuny.

Oproti svým předchůdcům provedl odizolování vinutí vodičů cívek. Proto se elektromagnetické efekty zkvalitnily a zesílil se účinek magnetických sil. Světlo světa tím spatřilo **elektromagnetické relé**.

Na principu tohoto objevu se po letech bádání dopracoval ke svému dalšímu úspěchu, k sestrojení **elektromagnetického telegrafu** [1].

Henry nezávisle na Faradayovi osvětlil jev elektromagnetické indukce a vlastní indukčnost vinutí cívky. Za své zásluhy byl roku 1866 jmenován prezidentem Akademie věd USA.

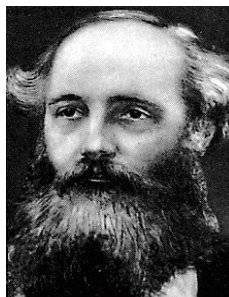


Obr. 47: Henryho elektromagnet

5. Maxwellovská elektrodynamika

Vědci jako Ampère, Ohm, Faraday nebo Henry byli muži velké intuice a velkého spektra variací svých pokusů. Největší postavou teoretické fyziky devatenáctého století, která dokázala shrnout dosavadní technické poznatky do uceleného vědeckého díla, byl

James Clerk Maxwell (1831-1879)



Obr. 48: James Clerk Maxwell

Narodil se v lednu 1831 nedaleko skotského Edinburghu. Byl potomkem starobylého šlechtického rodu Clerků. Jeho otec byl právník a velmi vzdělaný člověk. Pravidelně navštěvoval veřejná zasedání Královské společnosti v Edinburghu a Jamese bral na tato zasedání sebou. Mladého Maxwella, který byl sám velice hloubavý, to ovlivnilo. V deseti letech jej otec přihlásil na nově otevřenou Edinburskou akademii. Již ve svých patnácti letech napsal svou první vědeckou práci

z oboru geometrie (pojednává o konstrukci křivek). V letech 1841-1847 studoval Edinburskou univerzitu. Zde napsal dvě další práce. Jedna se týkala geometrie, druhá teorie pružnosti [1].

V roce 1850 odjel studovat na univerzitu v Cambridgi, kde získal v roce 1854 titul bakaláře. Pracoval jako lektor, prováděl pokusy s optikou a studoval Faradayovy zápisy z experimentů. V roce 1856 se stal profesorem fyziky na univerzitě v Aberdeenu. Od roku 1860 učil pět let v Londýně na Kings College. Zde se osobně seznámil s M. Faradayem. Faradayovu představu elektromagnetických siločar vyjádřil J. C. Maxwell matematicky a v roce 1864 zformuloval soustavu čtyř rovnic elektromagnetického pole. Tyto rovnice se staly nejvýznamnějším objevem od dob Newtonova gravitačního zákona. Faradayovy experimenty se dočkaly po letech svých matematických vyjádření. Maxwellovy rovnice můžeme považovat za dovršení celé klasické fyziky.

V roce 1865 se odstěhoval na své rodinné panství na venkově, zde se věnoval dalšímu vědeckému bádání v oboru elektromagnetismu. Ze svých dřívějších studií optiky Maxwell zjistil, že jeho matematická vyjádření jevů z obou oborů se dají převést na obdobné rovnice. Jeho matematické rovnice ukazovaly, že se vlny šíří určitou stálou rychlostí, kterou je možno přirovnat k rychlosti světla. To mu vnuklo přesvědčení, že světlo je elektromagnetické vlnění.

Z venkova se vrátil zpět na univerzitní půdu. V roce 1872 učil jako profesor na univerzitě v Cambridgi, vedl zde také Cavendishovu laboratoř.

J. C. Maxwell svými teoriemi položil základy novodobého pojetí elektromagnetismu a optiky. Během života napsal několik významných prací, z nichž nejznámější je spis „*Pojednání o elektrině a magnetismu*“. Další známá Maxwellova vědecká díla nesou název „*Rovnováha pružných těles*“, „*O fyzikálních siločárách*“.

Maxwell zemřel ve věku 48 let. Jeho teoretické studie byly převratné. Proto se Maxwellovým pracím bez širšího doložení hmatatelnými důkazy zpočátku příliš nevěřilo. Přední akademie věd se proto v roce 1879 rozhodly vypsát cenu za experimentální ověření jeho teorií.

Ze všech badatelů, kteří se následnému praktickému ověření Maxwellových rovnic elektromagnetismu nejvíce věnovali, došel zřejmě nejdále Němec Henrich Hertz.

Henrich Rudolf Hertz (1857- 1894)

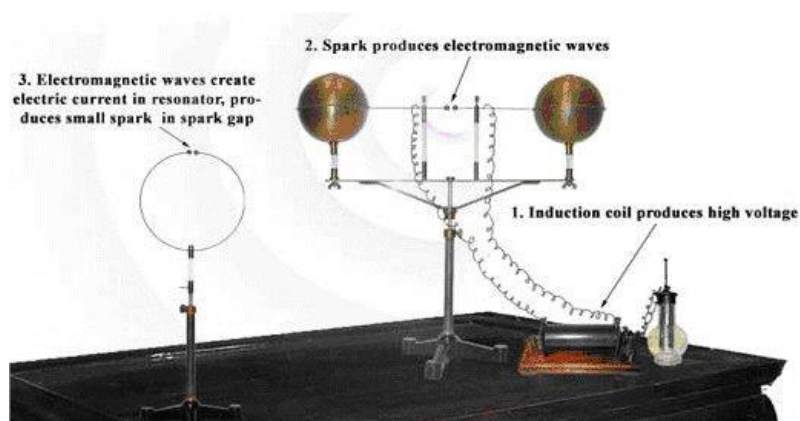


Obr. 49: Henrich Rudolf Hertz

Narodil se 22. února 1857 v Hamburku v rodině advokáta a senátora židovského původu. Studoval krátce na technické škole v Hamburku a vzhledem ke svému zájmu o matematiku a fyziku přešel na Berlínskou univerzitu. Jeho profesory zde byli Gustav Robert Kirchhoff a Hermann von Helmholtz. Roku 1880 získal doktorát a stal se na univerzitě odborným asistentem. Později vyučoval v Kielu a v Karlsruhe, kde se stal řádným profesorem, a později přešel do Bonnu, kde pracoval po zbytek života.

Roku 1879 se Hertz věnoval tématu, vypsáném berlínskou Akademií. Akademie vypsala soutěž na ověření a potvrzení správnosti Maxwellových teorií. Hertz byl první, který pokusem ověřil Maxwellovy teoretické představy o elektromagnetických vlnách. Po několika letech bádání v roce 1887 přednesl a experimentálně dokázal existenci elektromagnetických vln s kmitočty v rozsahu dnešních rozhlasových rádiových frekvencí. Hertz byl pro důkaz existence elektromagnetických vln schopen sestavit odpovídající aparaturu, viz obr. 50. Skládala se z induktoru s jiskřištěm v jednom konci místnosti a oscilátoru (skládal se ze dvou kovových koulí od sebe vzdálených jen zlomek milimetru s připojeným kusem vodiče – anténou) na druhém konci sálu. Po spuštění induktoru se objevily jiskry na druhé aparatuře. Tím Hertz dokázal přenos elektromagnetických vln prostorem, bez použití vodičů.

Hertz dále dokázal, že vlnění lze odrážet. Těmito svými přínosy vědě nejen potvrdil Maxwellovu domněnku, že i světlo má elektromagnetickou podstatu, ale podnítil mnoho dalších vědců k bádání a experimentům s přenosem a odrazem vlnění v širším vlnovém spektru. To vše vedlo k dalším objevům.



Obr. 50: Hertzův objev elektromagnetických vln

Hertz se věnoval i jiným oblastem fyziky. Zabýval se pevností a pružností látek, objevil fotoelektrický jev. Zabýval se i dalšími fyzikálními jevy. Zemřel poměrně mladý ve věku 37 let na otravu z infekce. Popsaným objevem se nesmazatelně zapsal do dějin rodící se bezdrátové telegrafie.

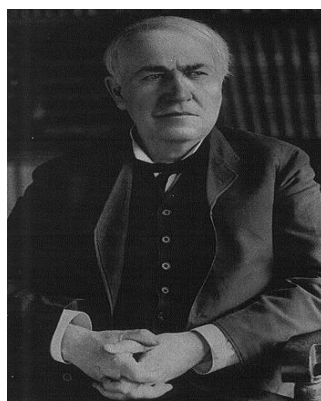
Na jeho památku byla jednotka kmitočtu pojmenována **hertz (Hz)**.

Nedlouho po Hertzově smrti se v roce 1901 uskutečnilo první bezdrátové radiotelegrafické spojení mezi Amerikou a Evropou. Experiment uskutečnil Hertzův následovník Guglielmo Marconi. V roce 1907 se poprvé podařil i přenos lidského hlasu. Cesty k rozvoji moderních technických zařízení pro rozhlas, televizi, ale např. i radarová vyhledávání (Hertzův objev odrazu vln) byly otevřeny.

Na konci 19. století se nové poznatky o elektřině a magnetismu propojily s učením o materiálech. Materiály a látky se začaly rozlišovat i využívat dle svých elektromagnetických vlastností. Vznikaly představy o atomární a molekulární struktuře látek.

Hermann Helmholtz byl první, kdo vyslovil domněnku, že elektřina je nespojitá. Anglický vědec **J. Stoney** nazval tento atom elektřiny elektronem.

Thomas Alva Edison (1847-1931)



Obr. 51: Thomas Alva Edison

Thomas Alva Edison se narodil 11. února 1847 ve státě Ohio, v rodině obchodníka. Byl to vědec vysoce praktického ražení. Byl jedním z těch geniálních vynálezců, v nichž se pojilo technické nadání s organizačním, z těch, kteří své důležité vynálezy v oboru elektrické energie dokázali využít v praxi.

O to neuvěřitelněji zní informace, že jej v dětství vzdělávali rodiče a později že se vzdělával doma sám. Ve sklepě svého rodného domu si vybudoval elektrickou a chemickou laboratoř. Nežli se prosadil jako vynálezce, vystřídal řadu zaměstnání. Např. již v patnácti letech (v době občanské války, kdy lidé prahli po zprávách) psal a prodával vlastní noviny. Do oboru jeho budoucích úspěchů zapadala práce telegrafisty. Možná určila směr jeho prvních výzkumů. Začal vymýšlet a realizovat své vynálezy. Po USA měl postupně několik působišť, to největší vybudoval ve West Orange. Přesídlil sem v roce 1886. Za svůj život v tomto městě vybudoval velký areál, ve kterém bylo mnoho dílen a výzkumných pracovišť. Zde se s velkým úsilím věnoval nápadům nejen svým, ale i svých nadaných spolupracovníků. V letech 1888-92 pracoval u Edisona jako přední konstruktér elektrických strojů i náš Emil Kolben. Edison se cíleně věnoval zdokonalování již dříve objevených vynálezů. Byl pověstný svým osobním pracovním nasazením. Výzkumné bádání převedl takřka do formy výrobního procesu. Jen na jméno Tomáše Alvy Edisona bylo na patentním úřadě zapsáno údajně na 1200 patentů. Do tohoto počtu jsou, pravda, počítány i kuriózní patenty. Další stovky patentů jsou registrovány na jména Edisonových firem. Z nejznámějších to byl multiplexní telegraf (zasílání více zpráv současně, 1875), cyklostyl (1877), tepelná pojistka (1885), fonograf na záznam zvuku (1877; zajímavostí je, že Edison byl od úrazu na železnici v mládí téměř hluchý), alkalický akumulátor na principu nikl – železo (1900).



Obr. 52: Fonograf z roku 1879



Obr. 53: Thomas Alva Edison a jeho fonograf

V oboru využití elektřiny byl převratný v roce 1879 vynález funkční elektrické žárovky. První žárovka byla tvořena spirálou ze zuhelnatělého bavlněného vlákna. Svítila sice jen několik sekund, ale nápad byl na světě. Na základě dalších nesčíslných pokusů se mu podařilo ve stejném roce vyvinout vlákno, které v žárovce svítilo již 1000 hodin.

Edison nebyl sice první, kdo se myšlenkou elektrické žárovky zabýval, pracoval na ni v USA Heinrich Göbel, v Anglii Joseph Swan (ten se dokonce s Edisonem o patent soudil), ale Edison byl první, který – i díky zkonstruování provozně spolehlivého zdroje proudu a rozvodů elektřiny – dal lidstvu žárovku jako prakticky použitelný zdroj světla.



Obr. 54: První Edisonova žárovka

Edison nikdy neshromažďoval kapitál, většinu prostředků získaných z patentů a výrobních dílen opět investoval do nových výzkumů a staveb. Když se mu zdařilo vyrobit spolehlivější žárovku a vyvinout elektrický zdroj – dynamo odpovídající velikosti – rozhodl se postavit v New Yorku (od roku 1876 měl v nedalekém městečku Menlo Park také své laboratoře) elektrárnu, první v USA. Následně také vymyslel plány na vytvoření elektrické rozvodné soustavy a rozvodů elektřiny do budov pro osvětlení. Tento plán se realizoval v roce 1882.

Vynález žárovky a vývoj konstrukce větších zdrojů elektrické energie byl z historického hlediska pro lidstvo zásadní, po vynálezu parního stroje vedl k dalšímu velkému skoku v průmyslové revoluci.

V roce 1883 se v Edisonových laboratořích postarali o další objev. Zjistili, že elektrický proud se může v baňce s vakuem šířit i mezi dvěma vlákny. Jev byl pojmenován po Edisonovi. Objev později vedl k vynálezu elektronky.

Thomas Alva Edison dosáhl takového věhlasu, že když 18. 10. 1931 zemřel, byly na jeho počest dne 21. 10. 1931 v celé zemi na několik minut vypnuty všechny žárovky.

6. Klasická elektronová teorie látek

Jak jsem již uvedl, na konci 19. století se nové poznatky o elektřině a magnetismu propojily s učením o materiálech. Materiály a látky se začaly rozlišovat a také i využívat dle svých elektromagnetických vlastností. Vznikaly představy o atomární a molekulární struktuře látek.

Hermann Helmholtz byl první, kdo vyslovil domněnku, že elektřina je nespojitá. Anglický vědec **J. Stoney** nazval tento náboj elektronem. Významně se o prosazení této elektronové koncepce látek zasloužil holandský fyzik

Hendrik Antoon Lorentz (1853-1875)



Obr. 55: Hendrik Antoon Lorentz

Pocházel z holandského Arnhemu. Studoval na univerzitě v Leidenu, kterou v roce 1875 dokončil doktorátem. Již během studií se věnoval teoriím elektřiny a magnetismu. V Leidenu působil jako profesor až do roku 1912. H. A. Lorentz patřil ve své době mezi nejuznávanější teoretiky. V roce 1909 ve své práci formuloval základy klasické elektronové teorie. Vyslovil zde hypotézu, že „atomy jsou složité útvary, složené z pozitivních a negativních elektronů“. Lorentz svojí teorií podnítil mnoho vědců k plánování nových pokusů, ověřujících a dokládajících představu o nespojitosti elektrických nábojů.

Lorentz úspěšně rozváděl a upřesňoval Maxwellovy rovnice. Zavedl Lorentzovu sílu jako výslednici elektrické a magnetické síly: „*Jestliže se částice s nábojem pohybuje současně v elektrickém a magnetickém poli, působí na ni jak síla elektrická, tak síla magnetická*“ [1].

Další holandský fyzik Pieter Zeeman pozoroval rozštěpení spektrálních čar v magnetickém poli. Jev byl po něm pojmenován jako *Zeemanův jev*. Na základě elektronové teorie tento jev objasnil Lorentz. Za objev a vysvětlení jevu dostali Zeeman a Lorentz roku 1902 Nobelovu cenu za fyziku. Lorentzova matematická vyjádření nové transformace, zachovávající tvar Maxwellových rovnic, se později stala součástí speciální teorie relativity a byla nazvána „*Lorentzovou transformací*“.

7. Významní čeští vědci a technici na přelomu 19. a 20. století

Díky dostatku a vzdělanosti pracovních sil a také solidní úrovni průmyslné výroby, přístupu k surovinám a národnostně konkurenčnímu prostředí byly české země od poloviny 19. století nejvyspělejší částí Rakousko-Uherské monarchie. Technický vývoj u nás držel krok s Evropou. Nezaostával ani v oblasti elektrotechniky. Nestorem české vědy a pedagogiky v tomto oboru u nás byl bezesporu český fyzik a universitní profesor

Karel Domalíp (24. 6 1846 – 19. 11. 1909)



Obr 56. Karel Domalíp

O Karlu Domalípovi lze říci, že to byl jeden ze zakladatelů české elektrotechniky. Mimo to, že se věnoval elektrotechnice a ověřoval si v technických laboratořích informace, které ze světa po akademických rovinách pronikaly, byl to v oboru fyziky významný pedagog. Zasloužil se o to, že technické učení v českých zemích se svojí kvalitou a pojetím řadilo k nejlepším v Evropě. Již ve školním roce 1884 byl např. jeho zásluhou zaveden předmět Elektrotechnika na pražské české technice. V roce 1893 zde byla zřízena samostatná katedra Elektrotechniky, pro kterou byl Domalíp jmenován profesorem [7].

Karel Domalíp se narodil 24. června 1846 v Kosmonosích u Mladé Boleslavi. Po studiu gymnázia v Mladé Boleslavi a Praze studoval matematiku a fyziku na filozofické fakultě pražské univerzity.

Jako student byl natolik úspěšný, že dostal stipendium a práci asistenta při fyzikálním kabinetě. Od roku 1871 na pět let přijal funkci asistenta fyziky u váženého profesora A. Waltenhofera, který učil techniku na všech věhlasných technikách a univerzitách rakouského mocnářství (Innsbruck, Graz, Vídeň, Praha).

V roce 1877 přešel Domalíp do Prahy. Po absolvování doktorátu z filozofie zastával místo profesora na městské střední školy v Praze na Malé Straně. Na této škole nepřetržitě působil 16 let, vedle toho začínal vyučovat na české technice. Jak jsem již uvedl, v roce 1884 zde byl jmenován prvním docentem elektrotechniky. České technice zůstal věrný po zbytek života. Opustil pedagogická místa na německé technice a věnoval se zkvalitňování výuky na českém technickém školství. Svoji pozornost zaměřil na šíření moderní výuku elektřiny a magnetismu. Nezabýval se jen teoretickými studii, díky svým zkušenostem z cest po Evropě, kam jej jako odborníka vysílalo i zemské ministerstvo, se účastnil i řešení praktických otázek v oboru silnoproudé elektrotechniky v Čechách. Stál také u zrodu (1906) nového Fyzikálního a elektrotechnického ústavu české techniky na Karlově náměstí v Praze. Sem byly přestěhovány laboratoře a posluchárny již dříve ustanovené katedry pro stavbu strojů se zřetelem k elektrotechnice, kde byl profesorem. Domalíp nechal laboratoře vybavit nejmodernějším zařízením, které bylo v té době dostupné. Vyučoval zde nové předměty, např. konstruktivní elektrotechniku nebo elektrické dráhy [7].

Na začátku dvacátého století v bouřlivé odborné a společenské diskusi s Františkem Křížíkem a dalšími odborníky nad tváří plánované výstavby Pražské elektrárny a rozvodné elektrické soustavy prosazoval modernější a praktičtější koncepci se střídavou elektrickou soustavou.

Karel Domalíp zemřel náhle po vážné nemoci 19. listopadu 1909 v Praze.

František Křížík (8. 7. 1847 – 22. 1. 1941)

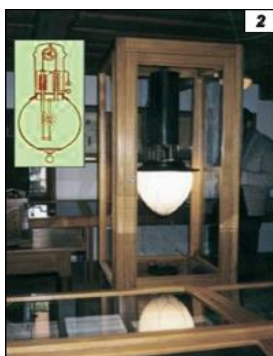


Obr. 57: František Křížík

Narodil se 8. července 1847 v Plánici u Klatov v chudé rodině ševce. František začal studovat německé reálné gymnázium v Praze na Malé Straně, ale pro nedostatek znalostí německého jazyka přešel na české reálné gymnázium v Panské ulici. I když maturitu neabsolvoval, byl přijat roku 1866 na pražskou techniku jako výjimečný student, kde již během studia zdokonalil železniční signalizaci. Této oblasti se věnoval i v dalších letech, ve kterých pracoval v továrně na výrobu telegrafů a návěstidel.

Vynalezl elektrické návěstidlo, ovládané na dálku, a blokovací zařízení, zabraňující srážkám vlaků. Postavil elektrickou lokomotivu na napětí 500 V, která jezdila na trati Praha – Zbraslav. Navrhl a uskutečnil výstavbu elektrické tramvaje, která vozila Pražany.

František Křižík také vycházel z nedostatků obloukové lampy, vynalezené Pavlem Nikolajevičem Jabločkovem. V roce 1880 vynalezl svoji obloukovou lampu s regulací na elektromagnetickém základě (obr. 56). Tímto objevem exceloval na výstavě v Paříži roku 1881, kde o jeho patent byl velký zájem a získal za něj zlatou medaili. Sám František Křižík lampy vyráběl od roku 1884 v pražském Karlíně. Díky nim se poprvé rozzářilo mnoho budov jasným elektrickým světlem. Jeho lampy konkurovaly Edisonově žárovce. Zakázku na městské pouliční osvětlení dostal roku 1887 a v červnu již osvětlovaly jeho lampy Písek a Jindřichův Hradec.



Obr. 58: Křižíkova oblouková lampa

V roce 1888 postavil pro Žižkov první městskou elektrárnu. V jeho továrně se začaly vyrábět lustry, elektromateriál a dynamo.

Věhlas a popularitu Pražanů si získal roku 1891 při slavné jubilejní výstavě. Areál byl osvětlen jeho lampami, postavil zde světelnou fontánu a návštěvníky na výstaviště dopravovala Křižíkem navržená a vyrobená elektrická tramvaj.

V roce 1903 postavil elektrickou trať z Tábora do Bechyně. A roku 1896 dokončil tramvajovou linku Florenc – Karlín – Libeň – Vysočany. Na vzdálenost 8 kilometrů přepravovala ročně dva miliony cestujících.



Obr. 59: Slavnostní zahájení provozu trati Tábor - Bechyně



Obr. 60: Křížíkova tramvaj

František Křížík byl nejen vynikající vynálezce, organizátor a podnikatel, ale i člověk ryziho charakteru. V době hospodářské krize své dělníky nejenže nepropustil z práce, ale naopak se sám značně zadlužil, aby měl na vyplacení jejich mzdy. V důsledku zadlužení přebrala v lednu 1917 Pražská úvěrová banka Křížíkův podnik.



Obr. 61: Křížíkova místnost s akumulátory

František Křižík zemřel za druhé světové války v roce 1941. Je pohřben na Vyšehradě. Ve světě je považován za českého Edisona.

K rozvoji české technické dovednosti a rozmachu českého průmyslu se jako konstruktér velkou měrou zasloužil

Emil Kolben (1862-1943)



Obr. 62: Emil Kolben

Narodil se 1. 11. 1862 ve Strančicích u Prahy jako první z devíti dětí malého obchodníka, zemřel 3. 7. 1943 v Terezínském koncentračním táboře. Byl jedním z nejvýznamnějších českých elektrotechniků a podnikatelů, zakladatel továrny Kolben a spol. a generální ředitel a hlavní akcionář světově známé firmy Českomoravská – Kolben – Daněk (ČKD).

Emil Kolben absolvoval vyšší reálné gymnázium v Praze na Malé Straně, poté vystudoval elektrotechniku a strojnictví na Vysoké technické škole v Praze. Studium ukončil roku 1887 s vyznamenáním a po jednoroční elektrotechnické praxi obdržel od zemského nadačního výboru (mecenáš J. A. Gerstner) na dva roky cestovní stipendium, které mu umožnilo studijní pobyt stážisty v zahraničí. Nejdříve se seznámil s některými průmyslovými podniky v Evropě (Švýcarsko, Francie Anglie). V roce 1888 se oženil a ještě též rok odplul se ženou na pět let do Spojených států. Zde pracoval v dílnách T. A. Edisona. V Americe dosáhl úspěchu, stal se předním konstruktérem. Po návratu roku 1896 se Kolben s rodinou vrátil do Čech a pronajal si vilu ve Vysočanech. 29. října 1896 s několika dalšími akcionáři založil ve Vysočanech u Prahy továrnu s názvem Kolben a spol., elektrotechnická továrna v Praze-Vysočanech. Dispozici továrny si Kolben sám navrhoval na

základě svých zkušeností z Evropy i Ameriky. Uspořádání hal závodu s moderním vybavením umožňovalo co nejúspornější výrobu. Vzhledem k tomu, že závod umístil na periferii, umožnilo to další budoucí rozšiřování výroby [7].

V době Kolbenova návratu do Čech se chystala v Praze velká investice – stavba městské elektrárny. Stejně jako v zahraničí se i v Praze rozhořela vášnivá diskuze mezi zastánci stejnosměrného a střídavého proudu o budoucí charakter soustavy. František Křižík prosazoval vzhledem ke svým aktivitám stejnosměrnou soustavu. Naproti tomu řada tehdejších odborníků v čele s profesory pražské ČVUT Domalípem a Pulujem doporučovali třífázovou soustavu. Kolben se také zapojil do této diskuse. Byla vypsaná soutěž. Vzhledem k hospodárnější koncepci Kolben se svojí firmou tuto soutěž navzdory věhlasu Františka Křižíka roku 1898 vyhrál [8].

Zakázka významně podpořila růst Kolbenovy firmy. Během několika let se z několika zaměstnanců rozšířil jeho závod na několik set. Zpočátku vyráběli především elektromotory, elektrogenátory a jeřábové pohony. Roku 1898 se firma s podporou Živnostenské Banky oficiálně změnila na akciovou společnost. Nový název byl Elektrotechnická akciová společnost Kolbena spol (EAS). Vystavěla se nová slévárna s přidruženými provozy, kovárna, a elektrárna.



Obr. 63 Kolbenovy závody r. 1920

Roku 1900 Kolbenova firma vyrobila první lokomotivu, vyrobila a namontovala kompletní technická zařízení elektrárny v Holešovicích. Na světové výstavě v Paříži získala zlatou medaili za vyrobený tisící alternátor. V dalším roce byla zahájena produkce parních válců a turbín a rok poté byly vyrobeny dva alternátory o průměru 7 metrů pro londýnskou elektrárnu. V roce 1907 Kolbenova EAS uzavírá smlouvu ohledně vybudování automobilky Praga. Do roku 1910 Kolbenovy dílny dodali okolo 10 000 elektrických strojů a zařízení pro 70 velkých elektráren včetně rozveden po celé Evropě, ale i ve světě (známá je např. elektrárna v Tasmánii). V roce 1912 vybavila EAS svým technickým zařízením vodní elektrárnou na pražské Štvanici. Kolben vzhledem ke svým osobním kontaktům v USA (licenční ujednání) nabídl v roce 1910 Rakousko-Uherským

železničním elektrifikaci pražského železničního uzlu soustavou 10 kV 16 Hz. Nabídku rakouské úřady nechaly bez odezvy [8].

V roce 1919 Kolben staví s firmou Schwechater Kabelwerke, ve které se stal podílníkem, v Praze pobočku. Původně byla umístěna také ve Vysočanech. V roce 1921 je firma přemístěna do Hostivaře a Kolben přebírá většinový podíl. Tak vzniká první česká továrna na elektrické kabely Pražská kabelovna a.s, s ochrannou známkou PRAKAB, pozdější Kablo Hostivař.

V Kolbenovi se vzácně zharmonizoval vědecký duch s duchem úspěšného technika a podnikatele. Jeho firma nabyla evropského významu. Vzhledem k tomu, že byl majitelem významných licencí, dle platných zákonů, si jeho duševní vlastnictví řada elektrotechnických zahraničních firem ve formě výrobních licencí od něho kupovala. Sepsal mnoho pojednání, věnovaných silnoproudé elektrotechnice a jejího využití v praxi. V roce 1896 vyšel jeho článek Obrát ve strojním průmyslu vývojem elektrotechniky. Jeho pojednání *Vliv křemíku na elektrické a magnetické vlastnosti železa* [8] z roku 1909 je dodnes aktuální.

Vznik ČKD

1921 došlo ke spojení firmy s *První Českomoravskou továrnou na stroje v Praze* a společnost se přejmenovala na *Českomoravská-Kolben*. Emil Kolben se stal ředitelem elektrotechnické výroby. V roce 1922 ve spolupráci s firmami z USA vypracoval projekt tepelné elektrárny v Ervěnicích. V následujícím roce začal pracovat na projektu elektrizace železnic. V roce 1923 začal vyrábět první elektrické lokomotivy. V roce 1928 došlo k další fúzi. Přičleněním *Akciové společnosti Strojírny*, dříve *Breitfeld, Daněk a spol.*, vznikla *Českomoravská-Kolben-Daněk*. Emil Kolben se stal jejím generálním ředitelem. V době největšího rozmachu měla 12 tisíc zaměstnanců a měla velmi široký sortiment výroby. V roce 1930 zahájila firma dokonce výrobu letadel, od roku 1932 se významně podílela na elektrifikaci Slovenska. ČKD vyráběla tanky pro naši armádu, v roce 1936 vyjel z jeho závodu Pro Prahu první trolejbus.



Obr. 64: Znak ČKD

Kolben byl český patriot. Velký smysl pro vlastenectví charakterizuje jeho vyjádření při oslavách jeho 70. a 75. narozenin. Při této příležitosti mimo jiné pronesl: *Vyzbrojen rozsáhlými vědomostmi a zkušenostmi ve všech odvětvích silnoproudé elektrotechniky a drže krok s tehdejší nejmodernějším pokrokem ve výrobě elektrických strojů a zařízení, pomyslel jsem v srpnu 1896 na to, že dám své bohaté znalosti a zkušenosti do služeb své české domoviny. V tehdejší Rakousku bylo jen málo menších elektrotechnických výroben, a to pouze v počátečním stadiu vývoje. Zdálo se mi nejlepším, abych sám zřídil moderní elektrotechnickou továrnu ve středu velké průmyslové oblasti, v tradičním sídle vysoce rozvinutého strojírenství: v Praze. Tak vznikla ... továrna, která se stala základem dnešního největšího elektrotechnického podniku československého* [12].

Po Mnichovském diktátu mnoho lidí doporučovalo Kolbenovi emigraci. Kolben emigrovat odmítl. Z rodiny opustila republiku jen starší dcera Greta s rodinou. Emigrovala v létě 1939 do Anglie. Syn Hanuš a dcera Lili s rodinami odmítli otce opustit. Po vzniku protektorátu musel pro svůj židovský původ z ČKD odejít, majetek mu byl zabaven. Dne 6. června 1943 byl nacisty ve věku 80 let spolu se synem Hanušem a vnukem Jindřichem odvezen do Terezína.. Ačkoliv pro něj protektorátní vláda žádala výjimku, nebyla mu udělena. Emil Kolben zemřel 3. července 1943 ve věku 80 let v Podmokelských kasárnách. Podle svědectví vnuka Jindřicha měl u sebe kromě páru osobních věcí kuffík se 180 akciemi ČKD. Je smutnou skutečností, že i tak významné osobnosti jako byl Emil Kolben, který se zasloužil o evropský a světový technický pokrok, nebyly ušetřeny hlubokého ponížení a ortelu existenční likvidace, jakému německý fašismus vystavil v Evropě miliony lidí. Jinak za zásluhy se Emilu Kolbenovi dostalo již na začátku století významného společenského uznání. Např. v roce 1908 mu německá technika v Praze udělila čestný doktorát a v roce 1908 a 1910 jej přijal císař František Josef II. a udělil mu Řád železné koruny.

Dalšími českými vědci, kteří přispěli svými objevy k rozvoji světového technického vědění, byli objevitelé magnetronu a profesori na Karlově universitě **Václav Posejpal** (1874-1935) a **Augustin Žáček** (1886-1961). Oba vědce uznával celý odborný svět. Ve dvacátých letech minulého století dosáhli významného objevu při výzkumu oblasti netlumených mikrovlnných elektrických kmitů. Elektrické kmity magnetronu vytvořili v laboratorní formě, popsali děj i účinky vlnění. Charakter a účinky vlnění tvoří dnes princip mikrovlnné trouby. Obvod magnetronu obsahoval silný prstencový magnet okolo vakuové trubice s katodou žhavenou 3 V a anodový blok s napětím v kilovoltech (obvod s vysokonapěťovou diodou a kondenzátorem). Obvod vyráběl

netlumené vlnění. Na jejich práci navázali angličtí vědci v pozdějších letech (především po zkonstruování dutinového magnetronu). Na tomto principu zkonstruovali Britové za druhé světové války radar.

Václav Posejpal zemřel náhle v roce 1935. Věstníky vědeckých akademií Evropy zveřejnili k jeho úmrtí vzpomínkové nekrology [8].

Augustin Žáček vyučoval na Karlově universitě do uzavření vysokých škol nacisty. V květnu 1945, po jejím opětovném otevření se na přírodovědeckou fakultu Karlovy university vrátil. Z university byl však v roce 1948 pro nesouhlas s praktikami komunistického režimu po únorovém převratu z fakulty (akčním výborem NF při UK) bez poct poslán „na dovolenou“ a na začátku roku 1949 byl definitivně poslán předčasně do výslužby. Zemřel v Praze v ústraní v roce 1961. Je pohřben v jižních Čechách v rodném Protivíně [9].

Závěr

Mým záměrem bylo vytvořit práci, která by podávala přehled významných vědců v oboru elektřiny a magnetizmu v průřezu staletími. Zaměřil jsem se na – podle mého názoru – nejvýznamnější osobnosti. Je běžné, že historie vědy i dějiny národů často zaznamenávají jen důležité události a slavné lidi. Není totiž obvykle možné vyjmenovat ty tisíce hloubavých lidí, kteří od 17. století, kdy se fyzika dostala na výsluní zájmu, věnovali mnoho svého času a energie výzkumům, pokusům a konstrukcím, mnohdy i za cenu osobních obětí. Ale i práci drobných vědců, profesorů a učitelů na školách, těchto „dělníků vzdělávání“ budoucích generací, musíme hodnotit jako velmi záslužnou a užitečnou. Chtěl jsem také na příkladech českých osobností, jdoucích historií oboru, ukázat, o co složitější měli svůj zápas o rozvoj své věci a obecného povznesení v případě, že byli příslušníky malého národa, v dobách nesvobody země, kdy se křížili jejich zájmy a potřeby s metodami a zájmy vládnoucích elit, včetně zájmů a někdy nevybíravých způsobů okolních imperiálních velmocí. Jak přímočařejší jsou možnosti rozvoje, pokud mají jeho řešitelé štěstí žít ve svobodné a otevřené společnosti. V neposlední řadě jsem měl za cíl nastínit studentům, že pocit hrdosti ze skutečnosti, že jsou Čechy, mohou mít i v případě takového oboru, jakým je elektrotechnika.

Seznam použitých zdrojů a literatury:

- [1] Daniel Mayer: Pohledy do minulosti elektrotechniky- (Koop České Budějovice 1999)
- [2] https://cs.wikipedia.org/wiki/Plinius_star%C5%A1%C3%AD 20.6.2016
- [3] https://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetick%C3%A1_deklinace 20.6.2016
- [4] Kolektiv autorů Hany Hlušíčkové:
Technické památky v Čechách na Moravě a ve Slezsku (Libri Praha 2002)
- [5] Daniel Kraus: Fyzikové ve službách průmyslové revoluce (Academia, Praha 2012)
- [6] <http://docplayer.cz/7156229-Hasicska-kronika-svazek-vii-vyvoj-techniky.html> 20.12.2016
- [7] Marcela Efmertová: Osobnosti české elektrotechniky (ČVUT Praha 1998)
- [8] Marcela Efmertová:
K vývoji české elektrotechniky 2. poloviny 19. století do r, 1945 (ČVUT Praha 1997)
- [9] Martin Kvítek: Průkopníci vědy a techniky v Českých zemích (Fragment Praha 1999)
- [10] https://cs.wikipedia.org/wiki/Keplerovy_zakony (20.12.2016)
- [11] D. Mayer: Dějiny elektrotechniky (Západočeská universita 1997)
- [12] [https:// cs.wikipedia.org](https://cs.wikipedia.org) (20.12.2016)

Seznam další doporučené literatury

- Marcela Efmertová: Osobnosti české elektrotechniky (ČVUT Praha 1998)
- Jan Mikeš, Marcela Efmertová: Elektřina na dlani (Milpo Media 2008)
- Hana Hlušíčková a kol.: Technické památky v Čechách na Moravě a ve Slezsku (Libri, Praha 2002)
- Martin Kvítek: Průkopníci vědy a techniky v Českých zemích (Milpo Praha 2008)
- Jaroslav Falta: Česká technika na pozadí světového vývoj (Academia Praha r.2012)
- Daniel Kraus: Fyzikové ve službách průmyslové revoluce (Academia Praha r.2012)

Seznam zdrojů převzatých obrázků:

- obr. 1 <https://www.jcu.cz/o-univerzite/uredni-deska/folder.2005-11-25.5257322577/znak> (24.12.2016)
- obr. 2 <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompas> (20.6.2016)
- obr. 3 https://cs.wikipedia.org/wiki/Kry%C5%A1tof_Kolumbus (20.6.2016)
- obr. 4 https://no.wikipedia.org/wiki/Petrus_Peregrinus_de_Maricourt (20.6.2016)
- obr. 5 [https://en.wikiquote.org/wiki/William_Gilbert_\(astronomer\)](https://en.wikiquote.org/wiki/William_Gilbert_(astronomer)) (20.6.2016)
- obr. 6 <http://www.naturalphilosophy.org/site/harryricker/2015/06/05/william-gilbert-founder-of-terrestrial-magnetism/>
- obr. 7 <http://www.alamy.com/stock-william-gilbert-demonstrating-his-experiments-in-magnetism-to-queen-95136.html>
- obr. 8 <http://www.converter.cz/fyzici/gilbert.htm> (20.6.2016)
- obr. 9 https://cs.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler (20.6.2016)
- obr. 10 https://cs.wikipedia.org/wiki/Keplerovy_zakony (20.12.2016)
- obr. 11 <https://www.google.cz/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fs-media-cache-ak0.pinimg.com> (20.12.2016)
- obr. 12 https://cs.wikipedia.org/wiki/Leydensk%C3%A1_l%C3%A1hev (20.12.2016)
- obr. 13 <http://www.lisefizik.com/lise3/elektroskop.htm> (20.12.2016)
- obr. 14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benjamin_Franklin.PNG (20.6.2016)
- obr. 15 <http://www.codecheck.com/cc/BenAndTheKite.html> (20.12.2016)
- obr. 16 http://www.converter.cz/fyzici/images/franklin_lglrod.jpg (20.6.2016)
- obr. 17 <https://cz.pinterest.com/dknight44/benjamin-franklin/> (20.12.2016)
- obr. 18 https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3%2Fupload.wikimedia.Prokop_Divis_plaque.jpg (20.6.16)
- obr. 19 <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1122/divis> (20.6.2016)
- obr. 20 <http://www.e-fyzika.cz/fyzici/prokop-divis.php> (20.6.2016)
- obr. 21 <http://www.e-fyzika.cz/fyzici/prokop-divis.php> (20.6.2016)
- obr. 22 <http://www.muzeumzamberk.cz/domek-prokopa-divise/> (20.6.2016)
- obr. 23 <http://iwebpd.saschina.org/jameshapper/PhysPage/Units/SparksUnit/ExperimentCavendish.htm> (20.6.2016)
- obr. 24 <http://www.converter.cz/fyzici/coulomb.htm> (20.6.2016)
- obr. 25 <http://www.alchemical.org/em/Handout06-CharlesCoulomb.html> (20.6.2016)
- obr. 26 <http://canov.jergym.cz/objevite/objev4/cou.htm> (20.6.2016)
- obr. 27 http://www.elektrizator.cz/slavni/slavni_galvani.htm (20.6.2016)
- obr. 28 <http://www.converter.cz/fyzici/galvani.htm> (20.6.2016)
- obr. 29 https://cs.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta (20.6.2016)
- obr. 30 <http://www.converter.cz/fyzici/volta.htm> (20.6.2016)
- obr. 31 <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrophorus> (20.6.2016)
- obr. 32 <http://slideplayer.cz/slide/3367692/> (20.6.2016)
- obr. 33 https://cs.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_%C3%98rsted (20.6.2016)
- obr. 34 <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/O/Oersted.html> (20.6.2016)
- obr. 35 <https://www.britannica.com/biography/Georg-Ohm> (20.6.2016)
- obr. 36 <http://www.converter.cz/fyzici/ampere.htm>, (20.12.2016)

- obr. 37 <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie-magnetismus/vodic-s-proudem> (20.6.2016)
- obr. 38 <http://canov.jergym.cz/objevite/objev4/bar.htm> (20.6.2016)
- obr. 39 <https://support.dce.felk.cvut.cz/pub/kucera/Genealogy/Petrina.htm> (20.6.2016)
- obr. 40 <http://slideplayer.cz/slide/3092237/> (20.6.2016)
- obr. 41 <http://faradayclubaward.org/michael-faraday/> (20.6.2016)
- obr. 42 <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1137/faraday> (20.6.2016)
- obr. 43 http://www.converter.cz/fyzici/images/faraday_elmag.jpg (20.6.2016)
- obr. 44 http://www.zsondrejov.cz/Vyuka/F-9H/El-Mag_03.pdf (20.6.2016)
- obr. 45 <http://www.hopegirlblog.com/2016/04/17/michael-faraday-and-the-homopolor-generator/> (20.12.2016)
- obr. 46 <http://siarchives.si.edu/oldsite/siarchives-old/history/jhp/joseph12.htm> (20.6.2016)
- obr. 47 <http://www.converter.cz/fyzici/henry.htm> (20.6.2016)
- obr. 48 <http://www.fknizek.nazory.cz/kalendar/vyroci34.htm> (20.6.2016)
- obr. 49 http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Heinrich_Hertz (20.6.2016)
- obr. 50 <http://slideplayer.cz/slide/3397354/> (2012.2016)
- obr. 51 <https://www.britannica.com/biography/Thomas-Edison> (20.6.2016)
- obr. 52 <http://www.converter.cz/fyzici/edison.htm> (20.12.2016)
- obr. 53 <http://www.neaktuality.cz/veda-technika/vynalezce-edison-fonograf-si-dokaze-zapamat hlas/> (20.6.16)
- obr. 54 <http://www.crg.cz/sekce/historie/referaty/19-stoleti/edison.htm> (20.6.2016)
- obr. 55 https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1902/ (20.6.2016)
- obr. 56 <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1125/domalip>(20.12.2016)
- obr. 57 https://cs.wikipedia.org/wiki/Franti%C5%A1ek_K%C5%99i%C5%BE%C3%ADk (20.6.2016)
- obr. 58 http://is.muni.cz/th/174116/pedf_b/bakalarska_prace.doc (22.6.2016)
- obr. 59 <https://vlast.cz/obloukova-lampa-prvni-ceska-elektarna-elektricka-tramvaj-svetelna-fontana/> (20.6.2016)
- obr. 60: <http://www.plzensketramvaje.cz/?page=18.htm> (20.6.2016)
- obr. 61: <http://sechtl-vosecek.ucw.cz/galerie/krizik/akumulatory.html>
- obr. 62 https://cs.wikipedia.org/wiki/Emil_Kolben (20.12.2016)
- obr. 63 <http://vesmir.cz/2014/09/23/monumentum-aere-perenius-emil-kolben/> (20.12.2016)
- obr. 64 <http://slideplayer.cz/slide/3296944/> (20.12.2016)