

Rudolf Kolomý

Studium elektrických a magnetických jevů do Oerstedova objevu magnetických účinků elektrického proudu (1820)

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 81 (2006), No. 1, 35–41

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146131>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2006

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Studium elektrických a magnetických jevů
do Oerstedova objevu magnetických účinků
elektrického proudu (1820)

Rudolf Kolomý, Moravská Třebová

Až do konce 18. století byly v oblasti nauky o elektřině a magnetismu známy pouze statické jevy a atmosférická elektřina. Postupně byly zkonstruovány různé typy třecích elektrík, které umožnily provést základní elektrostatické pokusy a z nich vyvodit řadu vlastností elektrostatických sil. První, avšak ještě velmi primitivní třecí elektriku, rotující kouli ze síry třenou suchou dlaní ruky, sestrojil v roce 1650 německý fyzik a magdeburský starosta Otto Guericke (1602–1686), známý svými pokusy s atmosférickým tlakem a získáváním vakua. Ve svém spise *Experimenta nova* (1672) popsal přitažlivé a odpudivé síly, vznik elektrické jiskry, světélkování plynů v silném elektrickém poli a další jevy. Guerickeho pokusy zopakoval a dosažené výsledky potvrdil Robert Boyle (1627–1691) a přitom dokázal, že přitažlivost dvou zelektrovaných těles je vzájemná a že elektrické síly působí i ve vakuu (1675).

Další krok ve výzkumu elektřiny učinil Angličan Stephen Gray (1666–1736), původně řemeslník-barvíř, který v letech 1729 až 1731 provedl řadu různých až dosti kuriózních pokusů, jimiž byl přiveden k pochopení pojmů „vodič elektřiny“ a „nevodič elektřiny“, které potom jasně formuloval v roce 1739 Francouz Jean Desaguliers (1683–1744) působící v Anglii. Gray prokázal, že elektrický náboj sídlí na povrchu vodiče a že k jeho uchování musí být vodič izolován. Objevil a četnými pokusy potvrdil existenci elektrostatické indukce.

Na Grayovy experimenty úspěšně navázal francouzský fyzik, chemik, pozdější ředitel botanické zahrady v Paříži, badatel s encyklopedickou šíří vědeckých zájmů, Charles Francois Du Fay (někdy se také píše Dufay) de Cisternay (1698–1739), který se pokusil o první výklad elektrických jevů. V roce 1733 po četných pokusech dospěl k existenci dvou druhů elektřiny: elektřiny vznikající třením skla („skelná“) a elektřiny vznikající třením jantaru („jantarová“). Pomocí citlivého přístroje – v podstatě

první konstrukce elektroskopu – se dvěma korkovými kuličkami na koncích přehnutého hedvábného nebo vlněného vlákna určoval stupeň ze elektrování těles a přitom dospěl k závěru, že tělesa souhlasně elektricky nabitá se odpuzují a nesouhlasně elektricky nabitá se přitahují, a zkoumal též možnost ze elektrování lidského těla. V této souvislosti připomeňme, že významný anglický lékař William Gilbert (1544–1603) v prvním systematickém vědeckém díle o elektřině a magnetismu *De magnete* (1600) uvažoval jen o přitažlivých silách a teprve Nicolo Cabeo (1585–1650) se v roce 1629 poprvé zmiňuje i o odpudivých silách. V roce 1735 Du Fay jako jeden z prvních vyslovil myšlenku o elektrické podstatě blesku. Před ním s touto domněnkou již přišli např. Isaac Newton, Francis Hauksbee, James Wall a další. Při studiu magnetických jevů Du Fay zavedl dvě magnetická fluida, severní a jižní.

Čtyřicátá léta 18. století přinesla také nový elektrický přístroj. V roce 1745 německý kanovník Ewald Jürgen (Georg) von Kleist (1700–1748) z Kamminu v Pomořanech a o rok později nezávisle také holandský profesor experimentální fyziky na univerzitě v Leidenu Pieter van Musschenbroek (1692–1761) navrhli první kondenzátor – známou leidskou láhev, když shromáždili elektrický náboj ve vodě nebo ve rtuti obsažené v láhvi. Autoři vycházeli z fluidové teorie: Je-li elektřina fluidum čili jakási nehmotná substance, „nevažitelné médium“, pak ji bude jistě možné shromáždit ve větším množství ve vhodné nádobě. Kleist se dokonce původně pokoušel, jak se zdá, vyrobit „elektrovanou“ vodu, o níž byl přesvědčen, že bude mít léčebné účinky na zdraví člověka. Oba autoři pomocí svých zařízení pozorovali elektrický výboj, přičemž zejména Musschenbroek podrobně popsal nepříjemné pocity při vybíjení láhve lidským tělem. Pokusy s elektřinou, „s elektrickým ohněm“, jak se říkalo, se staly v polovině 18. století – zejména po zdokonalení konstrukcí třecích elektrík – velmi populární a efektní, přispěly k poznání vodivosti látek a předváděly se jako oblíbená zábava na šlechtických zámcích, panovnických dvorech a při různých společenských událostech. Zdálo se, že elektřina nebude nikdy sloužit k ničemu jinému než k podobným kratochvilným záležitostem.

V roce 1747 Benjamin Franklin (1706–1790) poznal sací účinky kovových hrotů a v roce 1749 vyslovil předpoklad, že blesk a elektrická jiskra mají stejnou podstatu. Své tvrzení potvrdil v červnu 1752 legendárním pokusem s drakem vypuštěným do bouřkového mraku, když na druhý konec částečně vodivé konopné šňůry přivázal kovový klíč. Na základě svých úvah nejprve předpokládal (1749), že zařízení bleskosvodu by mělo

mít čistě preventivní úlohu – tiše odvést elektrický náboj z mraků do země dříve, než by došlo k úderu. V roce 1753 dochází k jinému pojetí, když předpokládá, žebleskosvod bude jednak předcházet úderu blesku, jednak bude svádět blesk do země. Až teprve v roce 1760 vztyčil uzemněný tyčový bleskosvod na domě kupce Westa ve Filadelfii (tento typ bleskosvodu se postupně rozšířil po celém světě). Avšak o šest let dříve sestrojil a postavil uzemněný bleskosvod originální koncepce Prokop Diviš (1698–1765) na farské zahradě v Příměticích u Znojma (15. června 1754). Předpokládal, že pomocí velkého počtu kovových hrotů bude možno vysát podstatnou část elektrického náboje z mraků, a tím předejít vzniku blesků a bouří vůbec, a tak zabránit případným hospodářským škodám a obětem na lidských životech.

Neméně významné byly i Franklinovy teoretické výsledky. Proti dualistickým názorům na podstatu elektrických jevů, zastávaných např. Du Fayem, vypracoval Franklin v roce 1750 unitární teorii elektrických jevů, podle níž existuje jen jeden druh elektřiny – jediné specifické fluidum, o němž předpokládal, že má částicovou strukturu. Jakmile z nějakého důvodu vznikne přebytek elektrického fluida, těleso se nabije kladně, při jeho nedostatku zase záporně. Tím bylo objasněno, jak se dva opačné náboje mohou neutralizovat. Franklin jako první začal používat pro fluidum označení dnes běžně používané pro náboje – „kladný“ a „záporný“, použil znaménka plus a minus a svými představami přispěl k formulaci zákona zachování elektrického náboje.

Podle Franklinovy unitární teorie zastávané a rozvíjené např. Franzem Mariem Ulrichem Theodorem Aepinusem (1724–1802), německým fyzikem, který v letech 1757 až 1798 pracoval v petrohradské Akademii věd a byl autorem pozoruhodné latinsky napsané knihy *Tentamen Theoriae Electricitatis et Magnetismi* (*Pokus o teorii elektřiny a magnetismu*, 1759), by ovšem elektřina měla sršet pouze z kladně nabitých hrotů, kde je přebytek fluida. Pokusy však ukázaly, že kladně i záporně nabitá tělesa srší elektřinu z hrotů stejně intenzivně. Tato skutečnost přivedla anglického přírodovědce Roberta Symmera (asi 1707–1763) k vyslovení dualistické teorie elektrických jevů, podle níž v normálním stavu tělesa



Benjamin Franklin
(1706–1790)

existují dva druhy elektřiny (fluida) zastoupené ve stejném množství, které se navzájem neutralizují. Zelektrování nastává tehdy, když v tělese chybí jeden druh elektřiny, anebo jsou přítomny oba druhy, avšak v různých množstvích. Symmer tak na vyšší úrovni obnovil Du Fayovy představy, avšak elektřinu spíše chápal jako jednotu kladné a záporné hybné síly: Jsou-li v rovnováze, těleso je neutrální; převaha jedné z nich má pak za následek zelektrování tělesa. Symmerovo pojetí předznamenalo pozdější představu elektrického pole, zatímco Franklinův přístup byl zárodkem představy o atomismu elektřiny.

Velmi brzo se objevila otázka, na čem závisí síly, které působí mezi dvěma elektrickými náboji (částicemi elektrického fluida) a mezi dvěma póly tyčového magnetu (částicemi magnetického fluida). K poznání příslušného kvantitativního vztahu se velmi přiblížil velký Newtonův obdivovatel F. M. U. T. Aepinus, který studoval elektrostatickou indukci, jako první formuloval zákon zachování elektrického náboje, zabýval se souvislostí mezi elektřinou a magnetismem a zkoumal pyroelektrický jev u turmalínu (po zahřátí přitahoval drobná tělíška, proto se často nazýval „ceylonským magnetem“). Ačkoliv Aepinus postřehl analogii mezi elektrickými a magnetickými jevy a konstatoval mnohé jejich společné vlastnosti, přesto považoval oba jevy, podobně jako dříve Gilbert, za zcela samostatné a nezávislé.

Aepinova myšlenka najít zákon vzájemného silového působení mezi elektrickými náboji a mezi magnetickými množstvými, analogický k Newtonovu gravitačnímu zákonu, podnítila mnohé badatele ke zkoumáním. Daniel Bernoulli (1700–1782), snad nejslavnější z rodu Bernoulliů, který řadu let působil v petrohradské Akademii věd, v roce 1760 oznámil, že objevil pomocí speciálně zkonstruovaného elektrometru zákon kvadratické závislosti interakce mezi zelektrovanými tělesy; výsledky bohužel nezveřejnil. První hypotézu, že elektrická síla podobně jako gravitační síla závisí nepřímě úměrně na čtverci vzdálenosti mezi náboji, vyslovil významný anglický fyzik, chemik, filozof, objevitel fotosyntézy (1771) a kyslíku (1774), velký přítel Franklina, Joseph Priestley (1733–1804) ve své knize o dějinách statické elektřiny *The history and present state of electricity, with original experiments (Historie a současný stav nauky o elektřině s originálními pokusy*, Londýn 1767). První poměrně přesná měření včetně odhadu možných chyb, která nakonec vedla k odvození zákona vzájemného silového působení elektricky nabitých těles, provedl v roce 1772 významný anglický fyzik a chemik Henry Cavendish (1731–1810). Bohužel své práce nepublikoval a upozornil na ně teprve

James Clerk Maxwell (1831–1879) v roce 1879, když se v závěru své vědecké dráhy věnoval studiu a uspořádání Cavendishovy vědecké pozůstatosti (vyšla tiskem v roce 1879 pod názvem *H. Cavendish: The Electrical Researches*). V roce 1785 Charles August Coulomb (1736–1806) provedl pomocí torzních vah velmi přesná měření elektrostatických sil a v roce 1788 magnetostatických sil a formuloval proslulé zákony nazvané jeho jménem. Předpokládalo se, že vzájemné silové působení dvou elektricky nabitých těles a také vzájemné silové působení magnetů je okamžité, bezčasové působení do dálky („*actio in distans*“), podobně jako v případě gravitačních sil. Coulomb začlenil elektrostatické a magnetostatické jevy do Newtonových fyzikálních představ, a tak ještě více posílil význam mechaniky. Coulombova síla se stala po Newtonově gravitační síle druhou elementární silou, se kterou se lidstvo seznámilo. Jejím objevem se uzavřelo období statiky v nauce o elektřině a magnetismu.



Charles August Coulomb
(1736–1806)

Po celé 18. století byly jediným zdrojem elektřiny různé třecí elektriky, jejich konstrukce se postupně zdokonalovaly a podle autorů se také často nazývaly (F. Hauksbee 1706, G. M. Bose 1734, Hausen 1743, J. H. Winkler 1745, B. Wilson 1746, M. Planta 1755, W. Watson, J. Ramsden 1766, Le Roy 1772, J. Ingenhousz 1784, J. Cuthbertson 1786, M. van Marum 1786 aj.). Poskytovaly krátkodobé výboje, mluvílo se o „elektrickém konfliktu“, čímž se označoval krátkodobý proud neustáleného charakteru, který může vyvolávat fyziologické, chemické a magnetické účinky, elektrickou jiskru a atmosférické jevy. Sám pojem elektrického proudu však ještě zaveden nebyl. Ten zavedl až v roce 1820 André Maria Ampère (1775–1836).

Přechod k dynamickému chápání elektrických jevů nastává s objevem zdroje stálého elektrického proudu. Alessandro Guiseppe Volta (1745–1827), podnícen slavnými bioelektrickými pokusy na žabách (1773–1791) profesora anatomie a medicíny v Bologni Luigi Galvaniho (1737–1798), sestrojil v roce 1793 první galvanický článek. Sestával z destiček zinkové a měděné (popř. stříbrné), ponořených do nádoby se slanou vodou, popř. se slabým roztokem kyseliny sírové. Koncem roku

1799 zkonstruoval první galvanickou baterii, tzv. „Voltův sloup“, sestávající z několika párů (20, 40, 60) měděných a zinkových kotoučů oddělených plstí navlhčenou slanou nebo okyselenou vodou. Badatelé po první dvě desítky let se v odborných časopisech dohadovali, jakým způsobem elektrický proud v galvanickém článku vzniká, zda kontaktem, nebo chemickými procesy (A. Volta, H. Davy, M. Faraday aj.). V roce 1803 německý fyzik, chemik a fyziolog Johann Wilhelm Ritter (1776–1810) pozoroval polarizaci elektrod ve Voltově článku, a tím dal významný podnět k jejich zdokonalování a k pozdější konstrukci nových galvanických článků a také akumulátorů. První galvanický článek, v němž byla odstraněna polarizace elektrod, zkonstruoval v roce 1836 John Frederic Daniell (1790–1845). Na zdokonalování galvanických článků později zejména pracovali William Robert Grove (1811–1896, 1839), Robert Bunsen (1811–1899, 1841), Johann Heinrich Meidinger (1831–1905, 1859), Georges Leclanché (1839–1882, 1866), Josiah Latimer Clark (1822–1898, 1878), Edward Weston (1850–1936, 1893, normální galvanický článek, etalon EMN, definice mezinárodního voltu) a další.

Voltův objev galvanického článku jako prvního poměrně stálého zdroje elektromotorického napětí poskytl mnoha experimentátorům nové podněty a možnosti zkoumat systematictěji a důkladněji než dříve tepelné, světelné, chemické a magnetické vlastnosti elektrického proudu, nazývaného zpočátku galvanickým proudem nebo také „kontaktní elektřinou“. Po rozlišení elektrického proudu a elektrického napětí A. M. Ampèrem (1820) a po konstrukci prvních měřicích přístrojů bylo možno hledat zákonitosti elektrického obvodu. Tento úkol připadl především na Georga Simona Ohma (1789–1854) a na Gustava Roberta Kirchhoffa (1824–1887). Ohmovým zákonem (1826) a Kirchhoffovými zákony



Luigi Galvani
(1737–1798)



Alessandro Guiseppe Volta
(1745–1827)

(1845–1847) se později otevřel zcela nový obor elektrotechniky – teorie elektrických obvodů, k jehož mohutnému rozvoji dochází až na přelomu 19. a 20. století v souvislosti s budováním telekomunikačních a energetických sítí.

Alfred Tarski – priateľ jemnejších logických úvah

Dušan Jedinák, Trnavská univerzita v Trnave

Teória pravdy

„Sémantika je súhrn úvah, ktoré sa dotýkajú tých pojmov, ktoré vyjadrujú určité súvislosti medzi výrazmi jazyka a objektmi, stavmi



Alfred Tarski

alebo dejmi, na ktoré sa tieto výrazy vzťahujú.“ Takto ozrejmil nový smer logických výskumov Alfred Tarski (1902–1983), poľský matematik a logik, ktorý v priekopníckom diele *Pojem pravdy vo formalizovaných jazykoch* (1933 poľsky, 1935/36 nemecky) položil základy formálnej sémantiky. Zaoberal sa aj teóriou pravdy a logického vyplývania. „Veta je pravdivá, len ak existuje vecný stav (skutočnosť), ktorý táto veta vyjadruje.“ Aj takto možno definovať pravdu, lebo v súčasnej logike rozlišujeme pravdu formálnu (v logike, matematike, ...) a pravdu materiálnu (napr. v experimentálnych vedách).

Talentovaný študent

Už na strednej škole sa učil ruštinu, nemčinu, francúzštinu, gréčtinu a latinčinu. Bol považovaný za výnimočného študenta, ale z logiky jednotku nemal. Zo školských predmetov mal najradšej biológiu. Univerzitné štúdium ukončil vo Varšave (1924), dvadsaťpäťročný sa stal docentom. Od roku 1939 pôsobil v USA, neskôr bol profesorom matematiky na Ka-